

ANNÉE 2020 THÈSE : 2020 – TOUT 3 – 4124

---

# **IMPACT DES TRANSITIONS AGRO-ÉCOLOGIQUES SUR LES PRATIQUES ALIMENTAIRES DANS LES ÉLEVAGES RUMINANTS**

---

THÈSE  
pour obtenir le grade de  
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLÔME D'ÉTAT

*présentée et soutenue publiquement  
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

*par*

**Amandine LAISNEY**  
Née le 4 octobre 1994 à VALOGNES (50)

---

**Directrice de thèse : Mme. Annabelle MEYNADIER**

---

JURY

PRÉSIDENT :

**M. Jean Marc SOULAT**

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSEESSEURS :

**Mme Annabelle MEYNADIER**

Professeure à l'École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

**M. Gilles FOUCRAS**

Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE



Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation  
ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

**Directeur** : Professeur Pierre SANS

**PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE**

- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Pharmacologie –Thérapeutique*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la Reproduction*
- Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
- M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

**PROFESSEURS 1° CLASSE**

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des aliments*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des aliments d'Origine animale*
- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie Vétérinaire*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootecnie*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Biologie Médicale Animale et Comparée*

**PROFESSEURS 2° CLASSE**

- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique, animaux d'élevage*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*
- Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
- Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*
- M. **RABOISSON Didier**, *Médecine de population et Economie de la santé animale*

**PROFESSEURS CERTIFIÉS DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE**

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
- M. **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

#### MAÎTRES DE CONFÉRENCES (HORS CLASSE)

- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*  
Mme **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*  
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*  
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*  
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*  
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*  
M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie*

#### MAÎTRES DE CONFÉRENCES (CLASSE NORMALE)

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*  
Mme **BENNIS-BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*  
Mme **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*  
Mme **BOUHSIRA Emilie**, *Parasitologie, maladies parasitaires*  
M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*  
M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*  
Mme **DANIELS Hélène**, *Immunologie-Bactériologie-Pathologie infectieuse*  
Mme **DAVID Laure**, *Hygiène et Industrie des aliments*  
Mme **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*  
M. **DIDIMO IMAZAKI Pedro**, *Hygiène et industrie des aliments*  
M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophtalmologie vétérinaire et comparée*  
Mme **FERRAN Aude**, *Physiologie*  
Mme **GRANAT Fanny**, *Biologie médicale animale*  
Mme **JOURDAN Géraldine**, *Anesthésie – Analgésie*  
Mme **LALLEMAND Elodie**, *Chirurgie des Equidés*  
Mme **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*  
M. **LE LOC'H Guillaume**, *Médecine zoologique et santé de la faune sauvage*  
M. **LHERMIE Guillaume**, *Economie de la santé animale*  
M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*  
Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*  
Mme **MILA Hanna**, *Elevage des carnivores domestiques*  
M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*  
Mme **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*  
M. **VERGNE Timothée**, *Santé publique vétérinaire – Maladies animales règlementées*  
Mme **WARET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

#### CHARGES D'ENSEIGNEMENT CONTRACTUELS

- M. **BOLON Pierrick**, *Production et pathologie aviaire*  
M. **LEYNAUD Vincent**, *Médecine interne*  
Mme **ROBIN Marie-Claire**, *Ophtalmologie*  
Mme **TOUSSAIN Marion**, *Pathologie des équidés*

#### ENSEIGNANT DE PREMIERE ANNEE COMMUNE AUX ETUDES VETERINAIRES

- Mme **GAUCHARD Cécile**, *Biologie-écologie-santé*

#### ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

- Mme **BLONDEL Margaux**, *Chirurgie des animaux de compagnie*  
M. **CARTIAUX Benjamin**, *Anatomie-Imagerie médicale*  
M. **COMBARROS-GARCIA Daniel**, *Dermatologie vétérinaire*  
M. **GAIDE Nicolas**, *Histologie, Anatomie Pathologique*  
M. **JOUSSERAND Nicolas**, *Médecine interne des animaux de compagnie*  
M. **LESUEUR JérémY**, *Gestion de la santé des ruminants – Médecine collective de précision*  
M. **TOUITOU Florian**, *Alimentation animale*

## REMERCIEMENTS

**A Monsieur le Professeur Jean-Marc Soulat,**

*Professeur à l'Université de Paul-Sabatier de Toulouse,*

Pour m'avoir fait l'honneur d'être le président de mon jury de thèse.

Hommages respectueux.

**A Madame la Professeure Annabelle MEYNADIER**

*Professeure à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse*

Alimentation,

De m'avoir encadrée, guidée et aidée tout au long de la réalisation de cette thèse.

Remerciements chaleureux.

**A Monsieur le Professeur Gilles FOUCRAS**

*Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse*

Pathologie des ruminants,

D'assister à cette soutenance en tant qu'assesseur de mon jury de thèse.

Sincères remerciements.

## TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS.....	4
TABLE DES MATIERES .....	5
TABLE DES FIGURES .....	7
TABLE DES TABLEAUX.....	9
LISTE DES ABREVIATIONS.....	10
INTRODUCTION.....	11
1.Les ressources disponibles pour l'alimentation des ruminants .....	14
1.1Les espèces fourragères disponibles en France .....	14
1.1.2 Les légumineuses.....	21
1.1.3Les crucifères.....	28
1.2Les différentes méthodes d'implantation d'une prairie .....	29
1.2.1 Prairie pure.....	29
1.2.2 Prairie d'association.....	30
1.2.3Le sursemis .....	31
1.2.4Les dérobés.....	32
1.2.5Les prairies multi espèces .....	32
1.2.6Le méteil.....	34
1.3Les coproduits utilisables en alimentation animale.....	36
1.3.1. Coproduits de céréales.....	37
1.3.2.Coproduit oléo-protéagineux.....	42
1.3.3Coproduits de sucrerie .....	43
1.3.4Coproduits de fruits et légumes transformés : .....	44
1.3.5. Ovoproduits :.....	44
2.Optimisation des ressources présentes sur l'exploitation .....	51
2.1 Notions d'autonomie fourragère, protéique et massique .....	51
2.2.Gestion du pâturage, pratiques innovantes.....	52
2.2..1 Points clés pour réussir son pâturage .....	52
2.2.2Les différentes méthodes de pâturage .....	55
2.3L'agropastoralisme .....	60
2.3.1Le sylvopastoralisme .....	60
2.3.2Le pastoralisme .....	61
2.4Le séchage en grange .....	63
3.Impact de ces pratiques sur les animaux .....	70
3.1Le pâturage.....	70
3.1.1 Pâturage et santé des pieds.....	70
3.1.2Pâturage et santé de la mamelle.....	70

3.1.3Pâturage et maladies métaboliques.....	71
3.1.4Pâturage et qualité des produits pour les consommateurs.....	72
3.1.5Principal risque : gérer la mise à l’herbe au printemps.....	73
3.1.6 Pâturage et consommation de plantes toxiques.....	74
3.1.7 Consommation de plantes à tanins.....	80
3.1.8Conséquence d’une mauvaise gestion de l’herbe.....	81
3.1.9Carences en minéraux et oligoéléments.....	82
3.1.10Pâturage et parasitisme .....	87
3.2Indicateurs de déséquilibre de la ration.....	95
3.2.2 La rumination .....	96
3.2.3 Le score de remplissage du rumen.....	96
3.2.4.Les matières fécales .....	98
3.2.5.Indicateurs issus de la production laitière : .....	100
3.3.Le séchage en grange .....	103
3.3.1 Un aliment de qualité : .....	103
3.3.2 .Production laitière.....	104
3.3.3.Foin ventilé et risque d’acidose.....	104
3.4.1.Avantages .....	105
3.4.L’estive.....	105
3.4.2.Inconvénients .....	105
4. Quelques retours de pratiques agroécologiques .....	108
4.1Place du vétérinaire dans les transitions agro écologiques .....	108
4.2Le pâturage tournant sur l’exploitation de Matthieu Darré .....	108
4.3L’ensilage de méteil sur l’exploitation de Patrick Montaut .....	110
4.4Le séchage en grange au GAEC du Moulin .....	111
4.5Elevage de brebis de Julien Boucher : agroforesterie, gestion du parasitisme .....	112
4.6Le pastoralisme pratiqué par David Touya.....	113
4.7Prairies multi espèces, autonomie protéique sur l’exploitation de Denis FONTAN .....	115
4.8Carence en oligoéléments en élevage 100% extérieur de Julie Boer .....	118

## TABLE DES FIGURES

- Figure 1 : Les 5 principes de l'agroécologie en élevage selon Dumont et al.  
Figure 2 : Ray grass italien  
Figure 3 : Ray grass anglais  
Figure 4 : Ray grass hybride  
Figure 5 : Dactyle  
Figure 6 : Fétuque élevée  
Figure 7 : Brome sitchensis  
Figure 8 : Sorgho fourrager  
Figure 9 : Pâturin des prés  
Figure 10 : Le Moha  
Figure 11 : Luzerne  
Figure 12 : trèfle violet  
Figure 13 : Trèfle blanc  
Figure 14 : trèfle hybride  
Figure 15 : Sainfoin  
Figure 16 : Le lotier corniculé  
Figure 17 : Le trèfle incarnat  
Figure 18 : Le sulla  
Figure 19 : La coronille bigarée  
Figure 20 : le chou fourrager  
Figure 21 : le colza fourrager  
Figure 22 : courbe annuelle de production des graminées (en vert) et des légumineuses (violet)  
Figure 23 : Coproduits utilisés dans la fabrication d'aliments pour animaux de rente  
Figure 24 : Wheat gluten feed  
Figure 25 : Son de blé  
Figure 26 : Corn gluten feed  
Figure 27 : soluble de maïs  
Figure 28 : drèche de maïs  
Figure 29 : Protéine de pomme de terre  
Figure 30 : Pulpe de pomme de terre  
Figure 31 : Tourteau de colza  
Figure 32 : Tourteau de tournesol  
Figure 33 : Tourteau de lin moulu  
Figure 34 : pulpe de betterave humide  
Figure 35 : Herbomètre automatique  
Figure 36 : Déterminer la taille de ses paddocks  
Figure 37 : Schéma des différents mécanismes impliqués lors de la consommation d'herbe jeune  
Figure 38 : chénopode blanc à gauche, rumex à droite  
Figure 39 : schéma des mécanismes de photosensibilisation primaire et secondaire  
Figure 40 : jeune bovin atteint de photosensibilisation  
Figure 41 : Evolution de la composition de l'herbe au cours de sa croissance  
Figure 42 : Schéma des besoins des animaux en Calcium, phosphore et magnésium et les apports dans l'alimentation  
Figure 43 : Schéma des périodes d'infestation et de pic larvaire sur les parcelles  
Figure 44 : Dictyocaulus dans les bronches  
Figure 45 : Grande douve dans les canaux biliaires  
Figure 46 : Paramphistome dans la panse  
Figure 47 : Kérato-conjonctivite infectieuse bovine  
Figure 48 : grille de notation de l'état corporel  
Figure 49 : Organisation des différents paddocks  
Figure 50 : Evolution de la qualité du lait sur l'année 2020  
Figure 51 : Infestation de la cailliette par Haemonchus contortus,  
Figure 52 : Aubracs à l'estive de Gavarnie  
Figure 53 : Evolution de la qualité du lait au cours de l'année 2020  
Figure 54 : Profil métabolique  
Figure 55 : Composition du complément en oligo-élément Octablond® vitaminé



## TABLE DES TABLEAUX

- Tableau 1 : Tableau des proportions de légumineuses, productions et digestibilité des différents mélanges prairiaux
- Tableau 2 : Bilan des propriétés, avantages et inconvénients des aliments
- Tableau 3 : Recommandations pour la réalisation des chemins d'accès au pâturage
- Tableau 4 : Bilan des différentes techniques de pâturage
- Tableau 5 : différents types de pelouses présentes dans les Alpes.
- Tableau 6 : comparaison séchage en grange – séchage en botte
- Tableau 7 : Bilan des différentes pratiques agroécologiques
- Tableau 8 : principales plantes alcaloïdes toxiques et leurs effets sur les animaux
- Tableau 9 : Carence en oligoéléments et symptômes
- Tableau 10 : Fonctions biologiques et sources des principales vitamines
- Tableau 11 : Grille d'interprétation des résultats de coprologie
- Tableau 12 : Note de remplissage du rumen
- Tableau 13 : Consistance des bouses
- Tableau 14 : Digestion des bouses
- Tableau 15 : Interprétations des variations de l'urée, du TP et TB dans le lait
- Tableau 16 : Relation TP/TB
- Tableau 17 : Comparaison des valeurs alimentaires d'un foin ventilé, d'un fourrage vert et d'un foin

## LISTE DES ABREVIATIONS

TYFA : Ten Years for Agroecology  
MS : Matière sèche  
MB : Matière brute  
TB : Taux butyreux  
TP : Taux protéique  
NEC : Note d'état corporel  
Ha : Hectare  
T : tonne  
RGA : Ray grass anglais  
CPPT : Concentré protéique de pomme de terre  
UFL : unité fourragère lait  
PDIE : protéines réellement digestibles dans l'intestin permises par l'énergie  
PDIN : protéines réellement digestibles dans l'intestin permises par l'azote  
CB : cellulose brute  
NDF : neutral detergent fiber  
MAT : matières azotées totales  
VL : vache laitière  
UGB : unité gros bétail  
GMQ : gain moyen quotidien  
PL : production laitière  
Opg : œuf par gramme  
PAC : politique agricole commune  
IVV : intervalle vêlage vêlage  
UTH : Unité de travail humain

## INTRODUCTION

Nous avons assisté à la fin du siècle dernier à une intensification de l'agriculture qui a conduit à une simplification des prairies et des systèmes fourragers réduisant la diversité végétale semée et allant de plus en plus vers les monocultures [1]. Ceci était lié à un contexte d'augmentation des productions avec la fertilisation chimique, l'utilisation de produits phytosanitaires, un raccourcissement des rotations ainsi qu'à l'amélioration génétique essentiellement pour les espèces en monoculture. A l'heure où les consommateurs sont de plus en plus sensibles au bien-être animal, aux conditions d'élevage, à l'alimentation des animaux de production et à la qualité des produits présents dans leur assiette, de nombreux éleveurs se lancent dans des transitions agroécologiques dans l'optique de donner une valeur ajoutée à leurs productions. De plus, nous observons aujourd'hui des contraintes climatiques et hydriques grandissantes qui poussent les éleveurs à trouver de nouvelles méthodes de produire pour faire face aux sécheresses ou autres aléas. D'autre part, l'Europe au travers de sa politique agricole commune incite à la diminution des intrants, et durcit les réglementations pour l'utilisation des produits phytosanitaires. L'article L1 du code rural mentionne qu'il faut : « assurer à la population l'accès à une alimentation sûre, saine, diversifiée, de bonne qualité et en quantité suffisante, produite dans des conditions économiquement et socialement acceptables pour tous, favorisant l'emploi, la protection de l'environnement et des paysages et contribuant à l'atténuation et à l'adaptation aux effets du changement climatique » [2]. C'est pourquoi, il est important de proposer de nouvelles manières de produire tout en préservant l'environnement et nos ressources et en augmentant l'autonomie des exploitations dans le but d'avoir une agriculture durable. De nouvelles alternatives à l'agriculture conventionnelle autre que l'agriculture biologique voient le jour comme l'intensification écologique ou bien l'agriculture à haute valeur environnementale mais aussi l'agroécologie, alternative soutenue par l'état.

Le scénario TYFA (Ten Years for Agroecology) propose un modèle où l'on produit mieux mais moins tout en satisfaisant les besoins alimentaires des 530 millions d'européens en 2050 [3]. Il se base sur l'abandon des pesticides et des intrants chimiques au profit des prairies naturelles, des haies, des plants d'eau ; des régimes alimentaires plus sains avec la diminution de la consommation de produits d'origine animale. Cela représenterait une baisse de 35% des productions mais permettrait de diminuer de 40% les émissions de gaz à effet de serre par le secteur agricole et augmenterait considérablement la biodiversité.

L'agroécologie offre aujourd'hui un formidable terrain de recherche et développement pour redessiner les systèmes de production animale [4] [5]. Apparue au début du XXème siècle en ayant pour objectif de croiser écologie et agronomie, l'agroécologie est un ensemble de pratiques qui ont pour but d'amplifier les processus naturels pour obtenir des systèmes productifs respectueux de l'environnement et moins dépendants des intrants. En effet, l'agronomie apporte une approche déterministe avec une visée opérationnelle alors que l'écologie cherche des théories expliquant les interactions entre le vivant et l'environnement.

En cela, l'agroécologie est une synthèse permettant une vision systémique des agroécosystèmes.

Actuellement, une forte acquisition des données du vivant est en cours aussi bien sur la génomique que sur la biosphère [6]. En effet, avec l'évolution des pratiques agricoles sollicitant de plus en plus les régulations biologiques et écologiques, il est important de valoriser les savoirs des deux domaines et de les intégrer aux recherches. Michel Griffon parle d'une intensification écologique qu'il définit comme « l'utilisation amplifiée et intégrée de fonctionnalités naturelles des écosystèmes et d'une utilisation de la biodiversité comme source de résistance des systèmes productifs aux fluctuations de l'environnement ; l'équilibre entre la gestion optimisée des écosystèmes agricoles et le recours à des améliorations génétiques des plantes et des animaux ». L'agroécologie vise en particulier à préserver ou augmenter le capital naturel des écosystèmes gérés par l'agriculture et la forêt. C'est en fait une gestion proactive des écosystèmes par l'agriculture. Ainsi, l'agroécologie a pour but de créer des systèmes agricoles innovants et durables en combinant efficacité économique, sociale et environnementale.

L'écologie se base sur le fait que les êtres vivants sont en relation continue avec leur milieu. En effet, la lumière, la température, la pluviométrie, la composition du sol, conditionnent leur développement. Les êtres vivants s'adaptent par leur morphologie, leur comportement, leur métabolisme pour augmenter leur tolérance au milieu. Ainsi, une espèce généraliste aura plus de résilience et tolérera plus facilement des perturbations contrairement aux espèces plus spécialistes d'un milieu donné.

L'agroécologie s'articule autour de 5 grands objectifs :

- Gérer de manière intégrée la santé animale :

L'agroécologie propose une nouvelle vision des animaux et de leurs maladies en prenant en compte leur interaction continue. Ainsi, elle propose des pratiques d'élevage qui réduisent l'exposition et la sensibilité des animaux. Par exemple, des pratiques de pâturages peuvent perturber les cycles des parasites, on peut ainsi diminuer la pression d'infection en réfléchissant sur le chargement et la densité des animaux. Les traitements naturels font aussi partie des perspectives agroécologiques. La sensibilité des animaux peut aussi être maîtrisée par les choix génotypiques fait par l'éleveur. Les critères peuvent être morphologiques, physiologiques (aptitude à valoriser des fourrages grossiers, mobiliser les réserves corporelles) ou comportementaux (marche en altitude). Il est important de bien choisir la race que l'on veut élever pour permettre de diminuer les intrants médicamenteux. Par exemple, une étude en zone tropicale montre que certaines races sont plus résistantes aux maladies transmises par les tiques. On recherche également dans quelle mesure le microbiote digestif impacte la santé animale avec par exemple le rôle de la flore intestinale lors du sevrage des petits pour diminuer la sensibilité aux maladies notamment chez les lapereaux. L'automédication est en pleine exploration avec par exemple la consommation de composés

bioactifs comme les tanins pour réduire de manière naturelle l'infestation par les strongles digestifs.

- Diminuer les intrants nécessaires à la production : Deux possibilités s'offrent à nous : augmenter l'efficacité alimentaire des animaux ou augmenter la part des ressources qui ne sont pas en compétition avec l'alimentation humaine. Cela passe par la sélection génétique ou des aliments facilitant la digestion de la ration (phytase chez le porc). Il faut aussi valoriser les prairies qu'elles soient temporaires ou permanentes, par exemple, utiliser des espèces peu gourmandes en eau ou résistantes à la sécheresse. On peut réduire la fertilisation en implantant des légumineuses. On peut aussi incorporer des coproduits issus de l'industrie agroalimentaire.
- Réduire les pollutions : avec par exemple des additifs alimentaires qui permettent de réduire les émissions de méthane chez les ruminants, la phyto épuration, la méthanisation ...
- Renforcer la résilience des agrosystèmes : en se penchant sur la gestion spatio-temporelle des ressources et la complémentarité des espèces pour résister aux aléas climatiques. Il est possible aussi d'adapter au mieux les cycles de production pour que la disponibilité des ressources coïncide avec les besoins des animaux : regrouper les vêlages pour valoriser la part du pâturage, jouer sur la croissance compensatrice des animaux à l'engraissement que ce soit pour les bovins comme les ovins.
- Préserver la biodiversité au sein des agrosystèmes : Le but premier des agrosystèmes est de nous approvisionner mais ils doivent aussi répondre aux services écosystémiques en maintenant la biodiversité. Cela se traduit par des pratiques d'élevage permettant de garantir le renouvellement des ressources, le potentiel d'adaptation aux aléas (climatiques, sanitaires). Par exemple, on peut adapter l'utilisation des prairies, des parcours, des parcelles en agroforesterie pour préserver la biodiversité de la faune et la flore. Il est aussi possible de maintenir une hétérogénéité structurale du couvert au pâturage et de pratiquer une fauche tardive pour développer l'entomofaune.

L'agroécologie est donc un vaste domaine qui ouvre un large champ de possibilités. Dans cette thèse, nous nous pencherons plus particulièrement sur toutes les pratiques alimentaires associées à l'agroécologie dans les élevages ruminants. En effet, la nutrition animale répond aux 5 principes de l'agroécologie avec une mise en œuvre rapide. En cela, nous étudierons d'abord les ressources qui s'offrent à nous pour des pratiques agroécologiques dans les exploitations. Ensuite, nous verrons différentes pratiques qui permettent d'optimiser les ressources présentes sur l'exploitation. Nous étudierons ensuite les impacts sur les animaux. Enfin, dans une dernière partie, nous présenterons quelques exemples concrets dans des exploitations où ces pratiques ont été mises en œuvre.

## LES 5 PRINCIPES DE L'AGROECOLOGIE

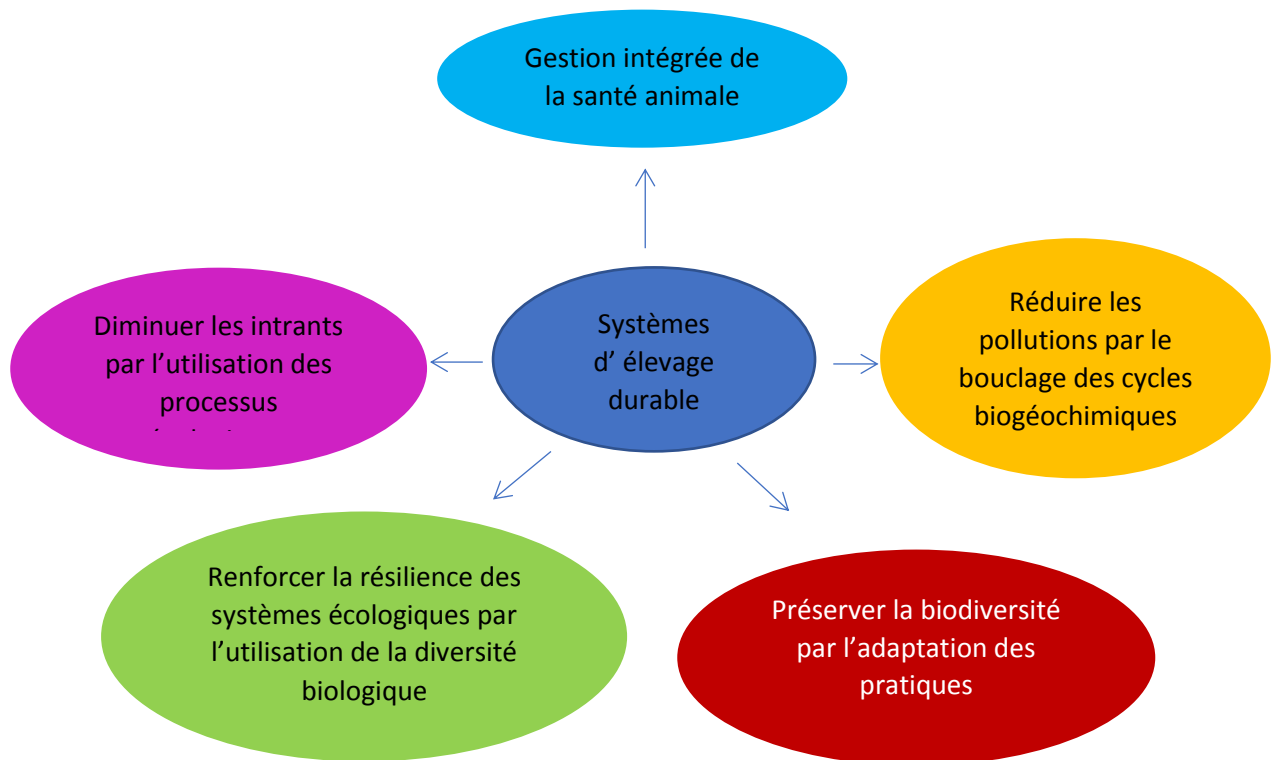


Figure 1 : Les 5 principes de l'agroécologie en élevage selon Dumont et al.

## 1. Les ressources disponibles pour l'alimentation des ruminants

Un des buts de l'agroécologie est de potentialiser l'utilisation des ressources naturelles et des coproduits pour diminuer les intrants. C'est pourquoi, il est intéressant d'augmenter la part des ressources non utilisées par l'homme dans l'alimentation des animaux. On peut alors valoriser au mieux les prairies, les parcours et même les coproduits issus de l'industrie agroalimentaire. On encourage aussi le développement de plantes fourragères résistantes à la sécheresse comme le sorgho ou augmenter la part des légumineuses pour diminuer la fertilisation des sols tout en maintenant une bonne valeur alimentaire des prairies. Encourager la diversité des prairies permet d'assurer une stabilité des productions et limite les adventices. C'est ce que nous allons étudier dans cette partie.

## 3 Les espèces fourragères disponibles en France

### 1.1.1. Les graminées

#### ■ Le ray grass italien

Graminée fourragère la plus semée en France, le ray grass italien est une plante idéale pour constituer rapidement des stocks de fourrage de qualité. Elle possède une implantation rapide, un port dressé, un fort rendement et une très bonne capacité à la remontaison (aptitude à refaire des épis après exploitation). C'est pour ces caractéristiques que le ray grass italien est essentiellement utilisé pour la fauche mais un pâturage au stade jeune reste possible. Il est plus adapté aux prairies temporaires car sa pérennité est de 6 à 24 mois. Certaines variétés sont plus résistantes que d'autres. La récolte est possible 50-80 jours après le semis en condition normale. Il permet une excellente production laitière tant que l'on ne dépasse pas le stade début de montaison. Passé ce stade, il peut être intéressant de l'associer aux légumineuses pour compenser l'apport en protéines [7].



#### Caractéristiques

30 à 100cm de haut,  
épi aplati alterne,  
glumelles avec barbe,  
limbes larges et  
souples

Figure 2 : Ray grass italien

Source : <https://www.herbe-book.org/ray-grass-d-italie-non-alternatif>

## ■ Le ray grass anglais

Le ray grass anglais est une graminée très utilisée en France. Cette espèce est majoritairement implantée dans l'ouest de la France où la pluviométrie régulière lui permet une pleine expression de son potentiel. Avec une pérennité de 4 ans et plus, le ray grass anglais est préconisé pour des prairies permanentes pour le pâturage car il tolère très bien le piétinement et a une très bonne valeur alimentaire. Dès 25°C, la croissance de la plante est stoppée. Les plantes sont moins hautes et produisent moins d'épis. Ce sont ses capacités de tallage et son système racinaire puissant qui lui permettent de tolérer un chargement élevé d'animaux à l'hectare. Un repère simple pour déterminer le stade idéal de pâture dans une parcelle de ray grass est lorsque l'herbe arrive à la cheville et recouvre la botte. Dès que les épis apparaissent, il faut retirer les animaux car l'appétence et la valeur alimentaire diminuent. L'avantage du ray grass anglais est que les tiges durcissent lentement donc cela permet de maintenir un stock d'herbe sur pied. Un cycle de 28 jours est un bon compromis entre qualité et quantité [8].



### Caractéristiques

20 à 60 cm de hauteur, épi aplati alterne, épillets sessiles, limbes souples et longs

Figure 3 : Ray grass anglais

Source : <https://www.herbe-book.org/ray-grass-anglais>



## ■ Le ray grass hybride

Il résulte du croisement entre un ray grass anglais et un ray grass d'Italie. Suivant le croisement, certaines variétés seront plus adaptées à la fauche, au pâturage ou à un usage mixte. Sa culture est adaptée en zone fraîche et humide. C'est une plante pérenne de 2 à 3 ans. Il permet de constituer des stocks importants ou d'offrir un pâturage de qualité avant les épisodes de sécheresse. Sa principale caractéristique est sa très faible remontaison comparé au ray grass anglais ce qui permet de faire pâturer quasiment toute l'année durant 3 ans mais sa pousse rapide demande des cycles de pâturage courts. Il s'associe très bien avec le trèfle violet [7].



### Caractéristiques

Base du pied rouge,  
feuilles fortement  
nervurées avec la  
face inférieure  
brillante, oreillettes  
très embrassantes

Figure 4 : Ray grass hybride

Source : <https://www.herbe-book.org/ray-grass-hybride>

## ■ Le dactyle

Le dactyle est une des graminées les plus pérennes en France (5 ans à 10 ans). Son utilisation est mixte. On pratique en général une fauche au premier cycle du fait de son épiaison rapide puis du pâturage sur les repousses. C'est une plante bien adaptée aux conditions séchantes et produit donc une herbe appétente même l'été et autorise une bonne pousse estivale.

C'est une graminée très riche en protéines à un stade jeune avant l'épiaison, régulièrement associée à la luzerne et au trèfle violet pour la fauche. Au printemps, si l'on fait le choix du pâturage, il faut un rythme d'exploitation rapide. Du fait de sa faible teneur en sucres solubles, sa conservation en ensilage est plus délicate. Il est préférable de la faucher tôt pour garantir la qualité du fourrage [9].



#### Caractéristiques

Couleur vert bleuté,  
20 à 100cm de haut,  
panicule d'épillets  
groupés en  
glomérules  
compacts, longues  
feuilles vertes

Figure 5 : Dactyle

Source : <https://www.visoflora.com/photos-nature/photo-dactyle-agglomere-ou-pelotonne.html>

### La fétuque élevée

La fétuque élevée est une plante rustique avec une très bonne productivité, une digestibilité moyenne qui s'améliore avec la sélection. La fauche est conseillée au premier cycle pour maîtriser l'épiaison puis du pâturage ou la fauche pour les repousses. Elle est adaptée à tout type de sol et de climat, ce qui explique sa répartition mondiale. C'est une graminée riche en fibre avec une valeur alimentaire moyenne. Elle a l'avantage d'avoir une pérennité élevée (5 ans et plus). [11] Elle a la capacité d'un enracinement profond, une forte résistance au piétinement et présente une bonne pousse estivale. Avec son séchage rapide lors de la récolte, cette plante se prête aussi à la fauche. En revanche, son implantation de 65 jours est lente et elle présente une montée en épis assez rapide au printemps. Du fait de sa faible digestibilité, une association est conseillée pour les animaux à forts besoins. C'est la graminée qui pousse le plus longtemps et le plus régulièrement tout au long de l'année : un démarrage rapide au printemps, un pâturage dès début mars possible, une pousse longue à l'automne. Pour le pâturage, il vaut mieux choisir des variétés à feuillage souple. On peut choisir une association avec du trèfle blanc, du ray grass anglais ou du lotier corniculé en zone séchante. Pour la fauche, on peut l'associer à la luzerne ou le trèfle violet. Le dactyle étouffe rapidement la fétuque, on évitera leur association [12].



#### Caractéristiques

60 à 100 cm de haut,  
inflorescence en  
panicule étalée  
dense, feuilles  
longues, larges et  
vertes foncées

Figure 6 : Fétuque élevée

<https://www.syngenta.fr/traitements/fetuque-elevee>

## ■ Le brome

Pour le climat français, deux espèces de brome existent : le brome cathartique et le brome sitchensis. Leur principale différence est leur capacité de remontaison et leur précocité en végétation.

L'avantage du brome est qu'il est très facile à installer car il lève aussi rapidement que du ray grass italien et a des capacités de production quasi identiques. Grâce à son port dressé, c'est une plante qui se prête très bien à la fauche. Il est recommandé d'utiliser les deux premières coupes en ensilage ou foin. En ensilage, le brome se conserve bien et donne un fourrage appétant, digestible et de bonne valeur alimentaire. On peut espérer produire 15 à 20 tonnes de matière sèche par hectare à l'année. Sa pérennité est de 3 à 4 ans. Le brome supporte mal l'asphyxie et donc tolère peu le piétinement. Ce n'est pas une plante qui se prête au pâturage hormis sur un sol portant en pratiquant du pâturage tournant.

Pour l'association, on recherche une économie d'azote, une facilité de récolte et de conservation. On l'associe donc souvent avec du trèfle violet. Il existe aussi des associations avec la luzerne dans les régions où il y a possibilité d'irriguer car s'il manque d'eau, le brome sera étouffé par la luzerne [13].



### Caractéristiques

50 à 80 cm de haut,  
feuille large,  
inflorescence en  
panicule à rameaux  
assez peu nombreux  
mais très allongés,  
épillets très aplatis

Figure 7 : Brome sitchensis

Source : <https://www.herbe-book.org/brome-sitchensis>

## ■ Le sorgho fourrager

Le sorgho fourrager est une plante bien adaptée aux conditions de sécheresse car il est peu gourmand en eau. C'est donc une très bonne culture fourragère estivale. Il faut le semer avant la mi-juillet car il a besoin de chaleur pour se développer (12°C minimum), sa levée est donc délicate. Grâce à sa très bonne capacité de repousse, il peut fournir un feuillage vert en été. Il atteint 70 cm en 1 mois. Ce développement très rapide permet une exploitation autour des 60j après le semis [14].

On distingue deux grands types de sorgho fourrager : le multi coupe aussi appelé sorgho hybride, utilisé pour la pâture ou la fauche, et l'unicoupe, plutôt réservé à l'ensilage (aussi utilisé pour la production de grain).

Le sorgho fourrager est plus riche en protéines que le maïs. Cependant, attention à son utilisation car il contient un glucoside cyanogène toxique pour les animaux. Il est donc impératif que la plante fasse de 70 cm avant de la donner aux animaux. Son système racinaire plus performant que celui du maïs lui permet d'être moins exigeant en eau que ce dernier. On l'utilise pour la fauche. Dans les régions où les sangliers représentent un fléau pour la culture du maïs, le sorgho semble beaucoup moins impacté par les dégâts. Il est difficile de maintenir des productions laitières élevées, son utilisation est donc plus adaptée pour l'élevage allaitant où les animaux ont des besoins moins importants [15].



Figure 8 : Sorgho fourrager

Source : Terre net media

## ■ Le pâturin

Il existe de nombreuses espèces. Les plus courantes en France sont le pâturin des prés, le pâturin annuel et le pâturin commun. Le pâturin des prés présente une productivité moyenne, avec très bonne valeur alimentaire. C'est une plante très bien adaptée au pâturage. Ses rhizomes lui permettent un enracinement profond ce qui le rend résistant à la sécheresse, au froid, au piétinement et au surpâturage. En revanche, le pâturin annuel, très peu productif, est considéré comme un adventice. Il est en fleur presque tout l'année [16].



#### Caractéristiques

20 à 80 cm de haut,  
port rigide, épillets  
groupés en panicule,  
rameaux secondaires  
disposés en verticille.

Figure 9 : Pâturin des prés  
<https://www.visoflora.com/photos-nature/photo-paturin-commun-poa-trivialis.html>

### ■ Le moha

Graminée tropicale, le moha résiste très bien à la sécheresse [17]. En revanche, c'est une espèce gélive. Sa rapidité de développement et son fort pouvoir couvrant permettent de le cultiver en interculture. De plus, le moha n'appauvrit pas le sol et a un fort pouvoir couvrant limitant la pousse des adventices. Il est appétent car on n'observe quasiment pas de refus en pâturage. Cette culture permet d'accroître l'autonomie en fourrage lors de la période estivale. Pour sa germination, un sol chaud est nécessaire et son semis se fait donc entre mai et juin. Sa valeur alimentaire est moyenne et chute très rapidement suite à l'épiaison. Le moha ne repousse pas ou très peu après la fauche. Il est donc préférable de le réserver pour les semis tardifs et de préférer des espèces où plusieurs exploitations sont possibles pour les semis précoces. On peut l'associer au trèfle d'Alexandrie pour augmenter l'apport en protéines. Les rendements sont de 3 à 4 t de MS/ha. Il est préférable de le faire pâturer à un stade précoce et de le faucher en foin à un stade plus tardif. Sa valeur énergétique est plutôt faible, équivalente à un foin de prairie naturelle. Il est pauvre en azote soluble [18].



Figure 10 : Le Moha

### 1.1.2 Les légumineuses

Les légumineuses sont intéressantes car elles enrichissent les sols en azote en captant l'azote de l'air. Elles laissent un reliquat pour les cultures suivantes en général entre 30 et 50 unités d'azote par hectare pour la première année. Elles ont un impact positif sur la structure du sol grâce à leurs systèmes racinaires en pivot. Elles constituent donc une excellente tête de rotation.

#### La luzerne

Souvent cultivée pure pour être fauchée voire déshydratée, la luzerne peut aussi être pâturée lorsqu'elle est incorporée dans un mélange multi espèces ou en fin de saison. Elle présente une pérennité de 3 à 4 ans. Elle supporte bien les sols séchants mais pas l'excès d'eau et les sols compactés. Elle a l'avantage d'avoir des rendements élevés avec une bonne pousse estivale et est riche en protéines. Elle est cependant sensible à l'acidité du sol. Elle se fane difficilement au printemps car il est plus difficile de faire évaporer les 3 à 5 kg d'eau par kg de matière sèche nécessaire à la bonne conservation de la luzerne. C'est une plante météorisante, il faut donc être très prudent lors du pâturage.

Pour obtenir un fourrage bien équilibré, il est conseillé de l'associer avec une graminée (dactyle ou brome). Ainsi, l'un apporte des protéines et l'autre l'énergie. De plus, en l'associant avec du brome, cela facilite son ensilage grâce aux sucres solubles apportés par le brome permettant une bonne fermentation nécessaire à la conservation de l'ensilage. L'association avec une graminée permet une forte production de matière sèche en début de saison de pâturage avec leur forte croissance au printemps et d'assurer une bonne pousse estivale avec la luzerne. En effet, 45 à 50% de la production annuelle est réalisée l'été, pendant que les autres plantes poussent peu. L'association permet d'avoir des rendements équivalents à la culture seule. Il est important de trouver un bon équilibre entre production de matière sèche et teneur en protéines.

Une récolte au stade début de bourgeonnement donne un fourrage plus riche en protéines et en énergie mais un faible rendement. La conduite en 4 coupes annuelles espacées de 45 jours est la plus courante. Pour assurer la pérennité de la luzerne (si l'on veut qu'elle dure plus de trois ans) il est recommandé de la laisser fleurir au moins une fois dans l'année pour que la plante puisse reconstituer ses réserves. La hauteur de coupe est de 6-8 cm. Il est important de ne pas casser les bourgeons après la fauche car c'est à partir d'eux que les repousses se font. Le mode de valorisation le plus fréquent de la luzerne est en foin. Il faut en général faire perdre entre 3 à 5 kg d'eau par kilo de matière sèche pour obtenir une bonne conservation. L'ensilage n'est pas recommandé sans conservateur car la luzerne est pauvre en sucre et substances tampon donc cela rend sa conservation difficile. En enrubannage, elle se conserve très bien si elle est à 50% de matière sèche. En pâturage, il faut être très prudent et ne pas faire pâturer les deux premiers cycles pour ne pas compromettre la pérennité de la



culture à cause du piétinement. La luzerne est très sensible au pH du sol qui doit se situer dans l'idéal entre 6 et 6,5. Elle est aussi exigeante en phosphore et potassium [19].

La luzerne est la plante productrice de protéines par excellence avec 2,6 tonnes de protéines produites par hectare contre 1,4 tonnes de protéines par hectare pour le soja.



Figure 11 : Luzerne

Source : <https://www.herbe-book.org/varietes/luzerne-sud>

#### Caractéristiques

Tige dressée, 30 à 100 cm de haut, feuille trifoliolée avec un pétiole sur la foliole terminale, fleurs bleues à violettes en grappes courtes

#### Le trèfle violet

Utilisé pour la fauche ou en usage mixte fauche/pâturage lorsqu'il est en association avec une graminée, le trèfle violet est une légumineuse très productive, riche en protéine et en énergie. Sa pérennité est de 2 à 3 ans. Il résiste à la sécheresse mais mal au froid. Sa culture permet d'éviter l'apport de 30 à 40 unités d'azote la première année qui suit son implantation puis 20 à 30 unités. Il enrichit aussi le sol en matière organique avec jusqu'à 2 tonnes d'humus par hectare. Le trèfle violet fleurit deux à trois fois par an. Il est préférable de le récolter à l'apparition des premiers bourgeons pour obtenir un fourrage de bonne valeur alimentaire. On réalise un cycle de fauche de 6 semaines en moyenne [20].

Le pâturage du trèfle violet, riche en saponosides (développé en 3.21), présente de réels risques de météorisation. Il y a donc des précautions à prendre comme :

- L'associer à une graminée
- Attendre le stade fin de bourgeonnement,
- Distribuer 2 à 3 kg de foin par animal avant le départ au champ,
- Eviter le pâturage des jeunes repousses.

Sa valorisation en foin est difficile car le trèfle violet est riche en eau donc difficile à sécher. De même en ensilage, il est préférable d'utiliser un conservateur.

Le trèfle violet est souvent retrouvé dans les mélanges fourragers. L'association avec une graminée est idéale car cela autorise le pâturage, réduit les pertes de feuilles au fanage, facilite le séchage, allonge les cycles de production au printemps et en arrière-saison, augmente la tolérance au piétinement et augmente la conservation de l'ensilage avec des sucres présents dans la graminée. On l'associe souvent au ray grass italien ou hybride. Il est aussi possible d'utiliser du dactyle, brome, fléole, fétuque élevée. Il faut faire attention lorsqu'on souhaite implanter une prairie permanente car elle risque de s'appauvrir en trèfle au bout de trois ans [20].

Le trèfle violet est un fourrage complet car il apporte à la fois des protéines et de l'énergie tout en étant très appétent et peu encombrant.



#### Caractéristiques

Plante velue  
15 à 40 cm de haut  
fleurs roses  
groupées en gros  
glomérules avec  
deux feuilles  
immédiatement  
dessous

Figure 12 : trèfle violet

Source : <https://www.lgseeds.fr/fr/trefle-violet-ganymed-la-variete-la-plus-brillante-de-sa-generation-0>

### Le trèfle blanc

De par ses besoins en chaleur et lumière, le trèfle blanc pousse tardivement au printemps. En revanche, il s'adapte à tout type de sols pourvu qu'ils ne soient pas trop acides et trop humides. Il résiste bien à la sécheresse malgré sa production ralentie dans ce cas. Grâce à ses tiges rampantes, le trèfle blanc tolère très bien un pâturage ou une fauche rase et fréquente, car il reconstitue rapidement ses réserves. Le trèfle blanc est très intéressant car il a une très bonne valeur alimentaire, une très bonne appétence et digestibilité. Il est très riche en minéraux et oligo-éléments. Il améliore l'apport protéique d'une prairie de graminées. On distingue d'ailleurs différentes variétés de trèfle plus ou moins agressives avec le ray grass. Les variétés à grandes feuilles sont plus concurrentielles. Il faut régulièrement apporter du phosphore et de la potasse.

C'est en pâturage qu'il est le plus rentable de l'utiliser car il est peu sensible à la fréquence de pâturage. Au printemps, un rythme d'exploitation de 4 semaines est primordial. En été, la pousse diminue et on peut diminuer le rythme. Il faut éviter de faire pâturer du trèfle jeune et apporter un fourrage complémentaire comme du foin. Le trèfle blanc, associé aux



graminées, permet une économie jusqu'à 200 unités d'azote par hectare. En association, on peut espérer une production de 9 à 12 tonnes de matière sèche par an et par hectare. De plus, l'association augmente l'appétence. Avec sa digestibilité de 75 à 85%, il augmente la digestibilité moyenne de la ration. La composition chimique des feuilles variant peu dans le temps et étant l'élément essentiellement consommé, la valeur alimentaire du trèfle blanc est stable durant la saison de pâture [21].



#### Caractéristiques

Tige rampante, 20 à 50 cm

Foliole en forme cœur, vert vif

Fleurs blanches groupées en glomérules

Figure 13 : Trèfle blanc

Source : <http://www.magrainerie.com/engrais-vert/312-trefle-blanc-nain.html>

#### ■ Le trèfle hybride

Issu d'un croisement entre le trèfle violet et le trèfle blanc, le trèfle hybride est une espèce adaptée aux terres compactées, humides et asphyxiantes, résistante au froid. Il offre une bonne valeur alimentaire. Cette espèce est bien adaptée au pâturage mais convient aussi à la fauche. Cependant, sa productivité est plus faible que le trèfle violet. Il est peu tolérant à la sécheresse et à la chaleur. On peut l'associer à des graminées telles que la fétuque des prés, la fétuque élevée, la fléole des prés ou bien du ray grass anglais pour augmenter la densité de la prairie [22].



#### Caractéristiques

15-40 cm de haut

Glomérules violets au centre et blancs sur le pourtour

Plante velue

Figure 14 : trèfle hybride

Source : <http://www.luontoportti.com/suomi/fr/kukkakasvit/trefle-hybride>

## ■ Le sainfoin

Le sainfoin est une légumineuse dite rustique qui résiste très bien à la sécheresse et au froid. Il en existe deux types cultivés en France : le sainfoin commun qui ne fleurit qu'une fois dans l'année mais a une pérennité de trois ans. On le retrouve généralement dans les zones sèches ou d'altitude car il apporte une sécurité dans la production fourragère. Le sainfoin remontant ou double peut être récolté deux à trois fois par an. Il est plus productif mais moins pérenne. C'est d'ailleurs son principal inconvénient car il ne s'exploite qu'au maximum 2 ans.

C'est un fourrage équilibré, appétant, très digestible et non météorisant (les tanins empêchent la production de mousse). C'est un fourrage assez grossier mais avec un bon apport protéique. Le sainfoin simple en pâture permet la production de 6 tonnes de matière sèche à l'hectare par an tandis que le sainfoin double autorise 5 à 7 tMS/ha en pâture, 7 à 9 tonnes en fauche au printemps puis pâture à l'automne. Avec des tiges assez grosses, le fanage est difficile. De plus, le sainfoin supporte mal le piétinement. Il a aussi tendance à vite monter. Riche en tanin, le sainfoin apporterait aussi des propriétés anti parasitaires détaillées dans le paragraphe 3.1.7. En se liant aux protéines, les tanins diminuent l'azote dégradé et sa valorisation énergétique. L'azote non dégradé est essentiellement excrété dans les fèces des animaux plutôt que dans l'urine. Ceci permet un meilleur recyclage de l'azote [22] [23].



### Caractéristiques

25-80 cm de haut

Fleur en grappe,  
rose clair, gousse  
monosperme,  
bords dentés

Figure 15 : Sainfoin

<https://magazine.hortus-focus.fr/blog/2020/03/19/pascale-gombault-le-sainfoin/>

## ■ Le lotier corniculé

Adapté aux terrains séchants et superficiels, résistant au froid, le lotier présente une bonne pousse estivale et ne météorise pas, donc c'est une bonne plante pour le pâturage. Elle est riche en protéine et présente une très bonne valeur alimentaire. Sa pérennité est de 2 à 3 ans. Elle est souvent semée en association avec du brome, dactyle, fétuque élevée. Elle est sensible au piétinement, il faut donc éviter le surpâturage. Sa productivité est moyenne et est facilement dominée en association car sa floraison est tardive. Son implantation est délicate. En revanche, elle contient un composé cyanogénétique : la lotusine. Elle entraîne dyspnée,

des tremblements et des convulsions. Ce sont les feuilles lors de la floraison qui sont toxiques [24].



#### Caractéristiques

20-40 cm de haut

Tige prostrée

Fleur jaune brillant

Feuilles à trois folioles

Figure 16 : Le lotier corniculé

Source : <https://therapeutesmagazine.com/lotier-cornicule/>

#### ■ Le trèfle incarnat, d'Alexandrie, de perse

Longtemps délaissé, le trèfle incarnat connaît un regain d'intérêt car il permet de produire un fourrage économique à cultiver et à utiliser. On le reconnaît par rapport aux autres trèfles à ses tiges dressées, velues et à ses fleurs rouges pourpres. Il est non météorisant et peut être pâturé dès la fin d'hiver ce qui permet de relancer la production laitière en fin d'hiver. De par son système racinaire, il améliore la structure du sol. De plus, il fixe l'azote. Dans le sud-ouest, il est souvent semé entre deux cultures de maïs en dérobé. Il est sensible au gel et à une couche de neige persistante. Comme il est riche en glucides solubles, le trèfle s'ensile bien mais difficile à faner car il est riche en eau. Pour ces mêmes raisons, du fait de sa floraison précoce, le foin n'est pas facile à réussir. Il peut produire jusqu'à 4 à 6 tonnes de matière sèche par hectare. On l'associe avec du ray grass d'Italie. Mais l'équilibre n'est pas facile à maintenir [25].

Le trèfle d'Alexandrie est adapté à tous types de sols sauf ceux trop argileux et acides. Son implantation est très rapide. L'intérêt du trèfle d'Alexandrie est qu'il est peu ou pas météorisant. On peut en général réaliser plusieurs coupes même si la première coupe est la plus productive (30 à 40 % de plus). En revanche, c'est une plante qui résiste mal au froid [26].

Le trèfle de Perse tolère l'immersion ce qui lui permet de bien supporter les forts orages par exemple. Son implantation est rapide et il a une bonne capacité de repousse, c'est d'ailleurs donc son principal avantage. Il est peu gélif et résiste à des températures jusqu'à -15°C. Il se conserve bien en ensilage grâce à sa richesse en sucres solubles. On l'utilise peu pour le pâturage car il n'est pas très appétant [26].



#### Caractéristiques

20-50 cm de haut, tige dressée, feuilles en 3 folioles, fleurs regroupées en grandes inflorescences compactes et coniques rouges vifs

Figure 17 : Le trèfle incarnat

Source : <https://www.larecolte.fr/les-legumineuses/11334-trefle-incarnat-kardinal.html>

#### ■ Le sulla

Légumineuse bisannuelle, le sulla est utilisé pour la production de foin, ensilage ou affouragement en vert ou pâturage. Elle mesure jusqu'à 1m50 au stade floraison. En plus d'avoir une excellente capacité germinative, elle améliore la fertilité des sols en l'enrichissant en matière azotée (300kg/ha d'azote biologique) et en matière organique (8 tonnes). C'est une plante très riche en tanins d'où son intérêt pour une possible protection contre les parasites et surtout pour une forte disponibilité en acides aminés au niveau de l'intestin grêle car les tanins les protègent de l'hydrolyse dans le rumen. Sa digestibilité est de 70% de sa matière sèche. La première année d'exploitation, ses rendements atteignent 20 à 30 tonnes de fourrage vert à l'hectare contre 30 à 50 tonnes la deuxième année. On peut associer le sulla avec le dactyle ou la fétuque [27].



#### Caractéristiques

Jusqu'à 150 cm de haut  
Feuilles longues (15cm)  
Inflorescence en tige longue, fleurs violettes

Figure 18 : Le sulla

Source : <https://agronomie.info/fr/valeurs-zootecniques-du-sulla/>

#### ■ La coronille bigarrée

Plante à rhizome pérenne, la coronille bigarrée appelée aussi herbe de saint jean est souvent utilisée comme couverture des talus de par son caractère très envahissant. On la trouve essentiellement dans des prairies multi-espèces. Elle se plaît dans les sols neutres à basiques. Elle résiste très bien à la sécheresse et aussi aux froids secs. Plantée en altitude, elle



a donné des résultats encourageants lors de sa culture. Son appétibilité est modérée. On la récolte sous forme de foin qui est assez grossier. Les fleurs et les graines sont toxiques car elles contiennent de la cytosine cardiotoxique. Elle attire beaucoup les insectes butineurs. Sa pousse est faible la première année d'exploitation puis les rendements augmentent au fil des années de culture [28].



#### Caractéristiques

30-120 cm de haut

Fleurs panachées de rose, blanc et violet

Feuilles alternes, tige creuse

Figure 19 : La coronille bigarée

Source : [https://www.florealpes.com/fiche\\_coronillebigar.php](https://www.florealpes.com/fiche_coronillebigar.php)

## Les crucifères

### Le chou fourrager

Le chou fourrager se sème en mai-juillet en tant que culture fourragère estivale. Il est sensible à la sécheresse lors du semis. Il faut trois mois de végétation avant de pouvoir l'exploiter. Sa valeur alimentaire est bonne. Il est riche en azote soluble et pauvre en matière sèche. Il faut éviter d'en donner plus de 4kg de MS par vache par jour (soit entre 30 et 40 kg brut) pour éviter les risques de météorisation et de diarrhée. Il contient des substances soufrées anti nutritionnelles. Il est donc déconseillé aux animaux en croissance [29].



#### Caractéristiques

60-100 cm de haut

Feuilles charnues souvent caulinaires

Figure 20 : le chou fourrager

Source : <https://www.reussir.fr/lait/les-cultures-derobees-fourrageres-en-7-points-cles>

## ■ Le colza fourrager

Le colza fourrager est une plante couramment utilisée pour être pâturée en octobre novembre. Le cycle de végétation est court et permet donc d'intercaler du colza fourrager entre deux cultures. On peut ainsi récolter entre 4 à 5 tonnes de matière sèche par hectare tout en servant d'engrais vert en améliorant la structure du sol et piégeant le nitrate. Avec 0.85 UFL et 140 g MAD /kg de MS, le colza fourrager est riche en matière azotée digestible. Cela en fait un excellent complément de l'ensilage de maïs qui lui est pauvre en MAD. Sa part dans la ration est toujours à limiter à 40% de la matière sèche totale. Pour être utilisé en ensilage, il doit être correctement séché sinon on aura de forts écoulements. Un moyen de l'éviter est d'ajouter de la pulpe sèche ou de la paille finement hachée. En pâturage, on réalise souvent un pâturage rationné au fil avec environ 5 mètres par vache. Certaines études rapportent que le lait d'animaux consommant du colza peut en avoir le goût. Pour les mêmes raisons que le chou fourrage, le colza fourrager est déconseillé aux animaux en croissance [29,30].



### Caractéristiques

60-80 cm de haut

Tige ramifiée  
feuilles vert-bleu  
inflorescence en  
grappe fruit sous  
forme de silique

Figure 21 : le colza fourrager

Source : <https://www.paysan-breton.fr/2017/07/un-colza-fourrager-pour-plusieurs-effets/>

## 4 Les différentes méthodes d'implantation d'une prairie

### ■ 1.2.1 Prairie pure

Une prairie mono espèce est plus facile à exploiter et à entretenir. Une prairie de graminées valorise les déjections animales mais peut être couteuse en fertilisants. L'avantage de prairie simple est sa rapidité d'implantation.

### 1.2.2 Prairie d'association

Une prairie d'association est une prairie où l'on a semé deux espèces différentes. L'association d'espèces complémentaires permet de sécuriser sa production de fourrages aussi bien en quantité qu'en qualité. Le but est de choisir deux espèces complémentaires pour augmenter la productivité ou bien compenser les faiblesses d'une espèce par la présence de l'autre.

On associe très souvent une espèce graminée avec une espèce légumineuse. Ce type d'association offre de nombreux avantages :

- Allongement de la période de pâturage grâce à la production décalée des deux espèces
- Fourrage équilibré pour les animaux : apport énergétique avec la graminée et apport protéique avec la légumineuse
- Chute moins brutale de la qualité de la prairie en fin de cycle comme nous le montre la figure 22.

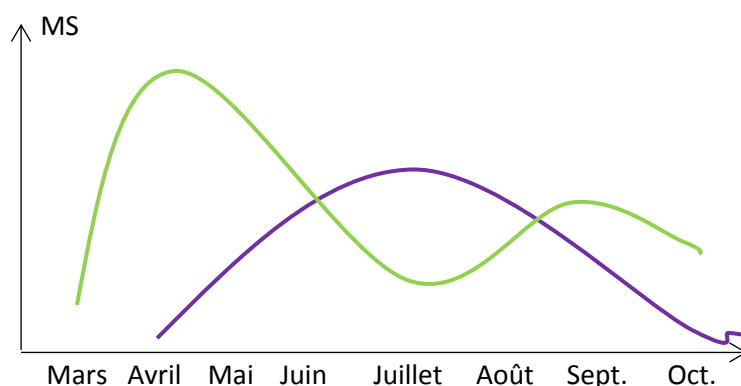


Figure 22 : courbe annuelle de production des graminées (en vert) et des légumineuses (violet)

- Augmentation du rendement de 25 à 37%
- Economie en azote minérale grâce à la fixation de l'azote dans le sol par la légumineuse. En effet, une légumineuse en association produit 100 à 300 kg d'azote par hectare et par an. La production d'azote par les légumineuses fourragères est permise grâce à une symbiose avec rhizobium.
- Moindre développement des adventices car les sols ne sont jamais nus. Cela permet de limiter l'utilisation des herbicides. Pour cela, il faut choisir des espèces au dynamisme de développement différent.
- Meilleure résistance aux aléas climatiques ou de gestion (coupe plus tardive par exemple)

Les principes de base pour choisir les espèces à associer sont les suivants :

- Limiter la compétition entre les espèces : même hauteur pour avoir autant accès à la lumière
- Favoriser la facilitation : plante fixatrice d'azote associée à une plante non fixatrice, racines de profondeurs différentes.

Par exemple, on associe régulièrement le ray grass et le trèfle blanc pour du pâturage et du trèfle violet ou de la luzerne avec du dactyle ou de la fétuque élevée pour de la fauche. L'association au pâturage peut aussi permettre d'augmenter l'appétence de la prairie et donc d'accroître l'ingestion des animaux [7,31].

## Le sursemis

Le sursemis est une technique pour renforcer ou compléter la flore d'une prairie. Différents facteurs peuvent altérer une prairie :

- Des conditions pédoclimatiques ayant favorisées ou défavorisées certaines espèces.
- Des maladies comme la rouille ou des ravageurs (insectes, mulots, sangliers) pouvant dégrader partiellement ou totalement une prairie.
- Une mauvaise gestion du pâturage : Un surpâturage entraînant l'apparition de plantes moins appétentes comme les pâquerettes ou le plantain qui sont des marqueurs de surpâturage. Ou bien un sous pâturage causant le refus de plantes moins appétentes et souvent de moins bonne valeur alimentaire. Ces dernières montent en graine et se multiplient.

Le sursemis peut être une alternative pour corriger ces erreurs de conduite.

Lorsqu'on a au moins 10% de sol nu, le sursemis est une méthode envisageable. Pour sa réussite, il faut choisir des variétés à implantation rapide. Certaines variétés de ray grass anglais ou de trèfle blanc ont été sélectionnées pour le sursemis. On déconseille l'utilisation de fléole, fétuque ou dactyle pour ces techniques. On conseille un pâturage qu'après le tallage pour éviter que les animaux n'arrachent les jeunes plantes. Les périodes les plus propices au sursemis sont début du printemps avant le démarrage de la végétation pour les légumineuses et la fin de l'été où les conditions hydriques deviennent favorables avec moins de concurrence pour les espèces implantées.

Grâce au sursemis, on préserve la végétation existante donc on garde une certaine productivité. Avec cette technique, on n'altère pas le sol (portance, équilibre) et on améliore sa prairie à un moindre coût. La difficulté est que la prairie déjà implantée représente un milieu concurrentiel pour l'espèce semée. Il faut donc pâturer ou faucher ras (4cm) ou bien ouvrir la prairie avec un passage d'hersage avant d'envisager un sursemis. Il faut semer des quantités assez importantes (par exemple 4-6kg/ha de trèfle blanc). La réussite de cette technique est toutefois aléatoire [32].



## ■ Les dérobés

Une culture dérobée est une culture s'interposant entre deux cultures principales. Son principal but est d'être récoltée et valorisée en fourrage vert ou en ensilage. Le semis de dérobés est possible après l'ensilage de céréales immatures en mai ou après les premières moissons en juillet. Ces couverts sont récoltés fin août ou en automne. En plus d'offrir du stock supplémentaire, les dérobés permettent d'éviter de laisser les sols nus et d'éviter leur lessivage. Ils assurent aussi le maintien de la biodiversité en servant par exemple de refuge potentiel pour les animaux durant l'automne. Certains dérobés peuvent aussi enrichir les sols en nitrate s'ils sont par exemple composés de légumineuses.

Les espèces généralement implantées sont le ray grass d'Italie s'il pleut suffisamment, le trèfle incarnat qui lève en quelques jours sur un sol humide et permet d'apporter des PDI dans la ration, le colza fourrager qui nécessite moins de pluie et qui est un bon complément pour les rations à base de maïs (production de 2t de MS/ha en 45j). On peut aussi planter de l'avoine diploïde ou du sorgho fourrager qui est une plante peu exigeante en eau mais qui a besoin de chaleur pour se développer. Le moha a aussi une croissance rapide et produit 5-8 t de MS en 90 jours. Mais sa culture exige de fortes chaleurs.

Pour réussir un dérobé, il faut semer le plus rapidement possible après la récolte de la culture précédente pour profiter de l'humidité résiduelle [33].

## ■ Les prairies multi espèces

Les prairies multi espèces sont aussi appelées prairie à flore variée, prairie multiflore ou plus couramment mélange. On retrouve trois espèces et plus dans ce type de prairie. Elles ont les mêmes intérêts que ceux décrits pour les prairies d'association dans le paragraphe 1.2.2.

De par leurs bénéfices agronomiques, les prairies multi espèces sont de plus en plus utilisées. Selon les objectifs de production et d'utilisation, la composition végétale peut s'adapter pour permettre d'améliorer la productivité et la valeur alimentaire de la prairie tout en permettant une fertilisation azotée. Les espèces en mélange sont à choisir en fonction des processus de compétition et facilitation des unes et des autres. La commercialisation des mélanges est autorisée depuis 2004 et a aussi conduit à son développement [34].

Cette méthode est donc un moyen de sécuriser les productions fourragères. Une étude conduite sur 31 sites européens (Finn *et al.*, J. Appl. Ecol. à paraître) a montré que la productivité annuelle d'une prairie de mélange est quasi toujours plus élevée que celle de prairies pures. On parle de mélanges transgressifs lorsque leur productivité annuelle est meilleure que la culture de l'espèce la plus productive du mélange en culture pure. Cet

avantage est souvent lié à la présence de légumineuses. Par exemple, un mélange de ray grass anglais, dactyle et fétuque élevée permet une production plus élevée à toutes les coupes. En y ajoutant du trèfle blanc, on n'améliore pas la production annuelle mais on allonge la période de production. Le tableau 1 présente les rendements entre prairie mono-espèce, prairie d'association et prairie multi-espèces [35].

Tableau 1 : Tableau des proportions de légumineuses, productions et digestibilité des différents mélanges prairiaux [36]

Type de prairie	% de légumineuses	production de MATIERE DIGESTIBLE (t/ha)	production de matière azotée (t/ha)	digestibilité moyenne (%MS)	Teneur en mat moyenne (%MS)
RGA fertilise	-	31.4	5.3	77.9	13.3
dactyle (D) fertilisé	-	37.2	6.9	72.5	13.5
fétuque élevée (FE) fertilisé	-	36.0	6.5	69.4	12.6
RGA+TB	67%	35.3	8.9	78.6	19.9
RGA+D+FE+TB	52%	39.1	9.4	75.0	18.0
8 espèces *	52%	35.1	8.5	75.7	18.3

\*RGA+dactyle+fétuque des prés+pâturin+fétuque rouge+fléole des prés+trèfle violet+trèfle blanc

Lors de la réalisation d'une prairie de mélange, il est important de prendre en compte la dynamique de chaque espèce au cours du temps pour choisir les doses et les espèces à assembler. On peut ainsi distinguer différentes catégories :

- Les espèces qui s'implantent vite et qui sont présentes de façon abondantes dans les premières années mais qui disparaissent au bout d'environ trois ans telles que ray grass anglais
- Les espèces qui représentent une part importante les premières années puis qui disparaissent au bout de 5 à 6 ans telles que le dactyle ou le trèfle blanc.
- Les espèces beaucoup plus pérennes disparaissant au bout de 8 ans mais qui en revanche s'implantent plus lentement comme la fétuque élevée la fétuque rouge, le pâturin des prés.

Il ne faut pas oublier que cette dynamique peut être modifiée par les rythmes de coupe et de fertilisation. Cela doit donc rentrer en compte dans le choix des espèces. L'accès à la lumière

est aussi un élément déterminant du maintien de l'équilibre. En situation de fauche, les espèces avec des systèmes foliaires courts sont dominées et ont moins accès à la lumière. Alors qu'en pâturage, le couvert est plus ouvert et ces espèces se maintiennent. Il ne faut pas oublier l'enracinement plus ou moins profond des espèces qui leur permet d'utiliser les réserves hydriques différemment et dans différentes strates du sol. Les espèces ayant des racines profondes résistent mieux en situation de sécheresse. Certaines espèces peuvent être défavorisées par leur régulation de leurs pertes hydriques par exemple en enroulant leurs feuilles (cas de la fétuque élevée) au lieu d'utiliser la transpiration qui permet de maintenir une réception satisfaisante des rayons lumineux et ainsi continuer la photosynthèse (comme le dactyle).

L'avantage principal des prairies multi espèces sont les complémentarités de croissance et de composition entre les espèces. La présence de certaines espèces stimule la croissance ou la survie d'autres espèces. C'est ce qu'on appelle la facilitation. Un des exemples les plus connus est celui de la fixation de l'azote par les légumineuses qui sert ensuite aux graminées. Il existe aussi un effet niche (complémentarité) où certaines espèces se dénotent par leurs capacités à utiliser les ressources du milieu dans l'espace ou dans le temps. Il ne faut cependant pas oublier que l'association peut créer des compétitions et être moins bénéfique pour certaines espèces sur certains moments comme par exemple lorsqu'elles sont défavorisées dans leur accès à la lumière entraînant un moindre développement de leur système racinaire et donc une moindre résistance dans des conditions hydriques difficiles. Ces compétitions rappellent que pour qu'un mélange soit bénéfique, il faut choisir des espèces avec des écarts de caractères fonctionnels et complémentaires pour utiliser au mieux les ressources du milieu. De nouvelles études sont en cours sur des mélanges intra spécifiques et les bénéfices qu'ils apportent. Il semblerait qu'il y ait des stratégies pour améliorer leur coexistence et éviter la compétition [37].

## Le méteil

Le méteil est l'association de céréales et de protéagineux. Le méteil se sème en automne ou au printemps. Il peut être récolté en vert, stocké sous forme d'ensilage ou bien en grain. Le méteil d'hiver est couramment composé de triticales et pois fourrager. On retrouve aussi parmi les céréales le blé, l'épeautre, le seigle et l'avoine d'hiver. On évite l'orge d'hiver car sa maturité est trop précoce. Pour les protéagineux, on plante souvent du pois fourrager d'hiver ou de la féverole d'hiver. Pour les méteils de printemps, l'avoine de printemps est la plus utilisée car elle est rustique et peu exigeante en azote. On peut aussi utiliser du blé ou du triticales de printemps. Pour les protéagineux, les plus utilisés sont la féverole, la vesce et parfois le pois fourrager. 60% des éleveurs utilisent des semences fermières ce qui réduit d'autant plus le coût de la culture.

L'avantage du méteil est qu'il présente un pouvoir couvrant élevé. Cela peut donc être intéressant de l'implanter après une culture salissante. Cette culture nécessite donc peu, voire

pas du tout d'intrants pour réguler les adventices. La présence de légumineuses permet de fixer l'azote et on utilise peu ou pas d'engrais. La céréale sert de tuteur pour les autres espèces. De plus, le fait de diversifier les espèces permet de réduire les risques de pertes liés aux aléas climatiques ou autres. On sécurise alors le stock. En revanche, il peut parfois être difficile d'avoir toutes les espèces à maturité en même temps pour la récolte.

En général, les dates de récolte entre méteil d'hiver et de printemps varient peu et dépendent plutôt de la date du semis. La récolte en vert s'effectue au stade laiteux pâteux. Il faut atteindre 35% de matière sèche pour garantir sa conservation. La récolte en grain n'est possible que lorsque le pois est sec (15% d'humidité). Le méteil permet d'obtenir un aliment équilibré en protéines et énergie.

La fertilisation azotée semble augmenter les rendements (60 quintaux/ha contre 50 quintaux/hectare). En revanche, elle diminue la part des protéagineux (27% contre 40% sans fertilisation). Le méteil permet de réaliser une double récolte sur les surfaces cultivées en plantant par exemple un sorgho en deuxième culture. Le préfanage est conseillé pour augmenter le taux de matière sèche et limiter l'écoulement de jus du silo et donc la perte de tous les nutriments [38,39].

## 5 Les coproduits utilisables en alimentation animale

13.4 millions de tonnes de matière sèche de coproduits sont utilisées en France chaque année dans l'alimentation du bétail. Parmi ces coproduits, 18% sont issus de cultures végétales. Ce sont les pailles de céréales, de cannes, spathes de maïs essentiellement utilisés en litière ou en apport de fibres pour la ration. Les 82% restant sont issus de l'industrie agroalimentaire. Ce sont les tourteaux issus de la transformation des oléagineux, les pulpes de betteraves venant de l'industrie sucrière, tous les coproduits de meunerie et autres filières céréalières (brasserie, amidonnerie...), le lactosérum produit par les laiteries, sans oublier les coproduits issus de conserverie de fruits et légumes, moins utilisés de par leur conservation difficile [40].

Ces matières premières peuvent être utilisées telles qu'elles ou subir quelques transformations comme l'expansion, l'extrusion, le floconnage, le tannage, le toastage.

Cette partie a pour but de présenter les principaux coproduits produits en France, utilisés dans l'alimentation des ruminants. Elle n'est en aucun cas exhaustive.

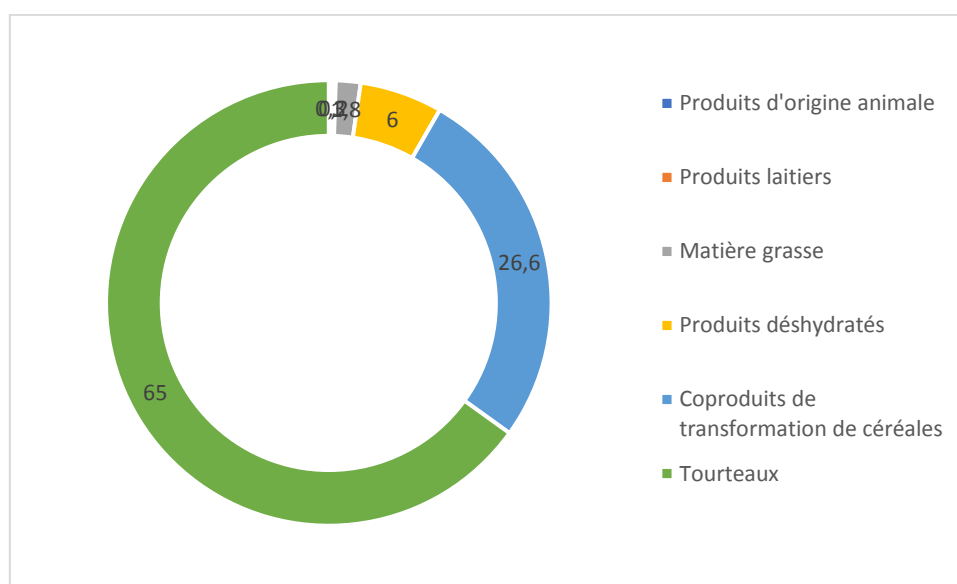


Figure 23 : Coproduits utilisés dans la fabrication d'aliments pour animaux de rente

### 1.3.1. Coproduits de céréales

#### Amidonnerie de blé tendre

- Le wheat gluten feed

Constitué de son partiellement dégermé et de gluten, le wheat gluten feed est souvent commercialisé sous forme de granulés. Il est beaucoup utilisé dans l'industrie porcine et parfois dans l'alimentation bovine. C'est un coproduit équilibré d'un point de vue protéique et énergétique. Ses teneurs en amidon et protéines sont élevées. Il est riche en phosphore et nécessite donc une complémentation minérale adaptée. Son appétence est bonne [40,41].



Figure 24 : Wheat gluten feed

Source : <http://www.nordfeed.com/wheat-gluten.html>

- Les sons de blé

Les sons de blé sont issus de la première étape de la fabrication de la farine. Ils sont composés presque entièrement de l'enveloppe du blé. Ils sont souvent incorporés au wheat gluten feed. C'est un coproduit riche en fibres. C'est un aliment moyennement riche en azote mais ce dernier est plutôt digestible. Relativement riche en amidon, il faut faire attention au risque d'acidose lors de son utilisation. C'est un aliment assez riche en énergie avec 0.93 UFL en moyenne [42].



Figure 25 : Son de blé

Source : <https://ceres64.com/produit/son-de-ble-20-kg/>

## ■ Amidonnerie de maïs

- Le corn gluten feed

Il est constitué des enveloppes de grain de maïs avec extraction d'une partie de l'amidon, des germes et des protéines. C'est donc un mélange de drêches de maïs, tourteaux de germes et solubles de maïs. Il a l'avantage d'être un produit équilibré (énergie/protéine) ce qui le rend intéressant pour concentrer la ration en énergie. L'énergie est apportée sous forme d'amidon, de sucre et de cellulose. Il se stocke très bien sous forme de silo. Les quantités utilisées vont de 4 à 15kg par jour. C'est un aliment économiquement intéressant. Il permet donc de réduire le coût de la ration tout en maintenant de bonnes performances. Souvent vendu sous forme déshydratée, son appétence est très bonne. C'est un coproduit très utilisé chez les bovins [43].



Figure 26 : Corn gluten feed

Source : <https://margaron.fr/corn-gluten-feed>

- Les solubles de maïs

Ils sont issus de la concentration de l'eau de trempage du maïs. Ils sont souvent incorporés au corn gluten feed. Le pH est acide, au environ de 4. C'est un coproduit avec une teneur importante en protéines. Riche en sucre, il sert aussi de liant à la ration. Il permet de se substituer à moindre coût d'une partie du correcteur azoté. Avec en moyenne 0.92UFL, il permet aussi de concentrer en énergie la ration. Stocké sous forme liquide, une sédimentation peut apparaître. Il se conserve jusqu'à 6 semaines. On conseille un apport de 1 à 2 kg brut/jour pour des vaches laitières [44].



Figure 27 : soluble de maïs

Source : <https://margaron.fr/soluble-de-mais-csl>

- Drêches de maïs

Les drêches de maïs sont constituées de la fraction cellulosique des grains de maïs. Elles sont donc riches en glucides pariétaux. Ces fibres cellulosiques sont souvent incorporées au corn gluten feed. Suivant les méthodes d'extraction, leurs compositions peuvent varier. Elles sont souvent riches en protéines. Leur digestibilité est bonne car elles sont plutôt pauvres en parois cellulaires. Les drêches permettent de remplacer une partie des concentrés source de protéines. Leur énergie provient de fibres facilement digestibles et sont peu acidogènes [45].



Figure 28 : drêche de maïs

Source : <https://catalogue-matieres-premieres.axereal-elevage.com/produit/dreches-de-mais>

## ■ Féculerie de pomme de terre

- Protéine de pomme de terre

Le concentré protéique de pomme de terre (CPPT) est issu des eaux de végétation de féculerie. Il peut être incorporé à la pulpe ou bien être utilisé tel quel. Avec 85% de protéines, c'est un coproduit intéressant pour remplacer du tourteau de soja dans la ration. D'autant plus que son profil en acides aminés est meilleur que celui du soja pour 7 des 9 acides aminés essentiels. Il contient aussi de l'amidon, source d'énergie peu utilisée en alimentation animale hormis chez le porc et les veaux. Sa richesse en potassium le rend laxatif [46].



Figure 29 : Protéine de pomme de terre

Source : <https://www.novartiags.com/fr/produits/animaux-de-compagnie/sous-produits-de-legumes/proteine-de-pomme-de-terre>

- Solubles de pomme de terre :

Ils sont issus de l'évaporation des eaux de végétation des pommes de terre [46].



- Pulpe de pomme de terre

Obtenue par récupération de l'amidon après râpage et diffusion, la pulpe de pomme de terre se présente sous forme d'une pâte beige une fois pressée. On la retrouve sous forme de pulpe fraîche ou déshydratée. Elle est source d'énergie et d'amidon. On peut par exemple l'incorporer dans une ration à base d'ensilage d'herbe pour apporter de l'amidon. En revanche, ne contenant pas de fibres, il faut les associer à des aliments fibreux pour stimuler la rumination. On recommande d'utiliser entre 6 à 15kg brut par jour. Elles sont plus utilisées en élevage allaitant car elles ont la propriété de stimuler l'appétit tout en accélérant la croissance avec une très bonne finition. En élevage laitier, il est rapporté qu'elle permet le maintien d'un bon état corporel et a un effet favorable sur le TP [47].

Remarque : une intoxication à la solanine est possible. Essentiellement contenue dans la peau, peu soluble et résistante à la cuisson, elles peuvent causer des troubles nerveux, digestifs de type diarrhée et des stomatites ulcéreuses.



Figure 30 : Pulpe de pomme de terre

Source : <https://margaron.fr/node/64>

#### **d. Malterie**

- 1) Les orgettes : ce sont les grains d'orge de calibre trop faible pour faire le malt. Elles ont donc le même intérêt nutritionnel que l'orge à savoir apporter de l'énergie dans la ration.
- 2) Les radicelles : Elles apparaissent sur les grains d'orge lors de la germination. Elles sont séparées du malt lors du dégermage. C'est un aliment équilibré en protéine, cellulose et amidon. Il est relativement appétent.
- 3) Les petits blés : Ce sont des grains de calibre insuffisant pour être utilisés en malterie. De même que pour les orgettes, ils ont les mêmes propriétés que le blé.
- 4) Les particules d'enveloppe : issu du malt de blé : mélange aggloméré de radicelle [40].

#### ■ e. Meunerie

- 1) Sons : Les sons de blé ont été présentés précédemment.
- 2) Remoulages :

Le remoulage de blé, contrairement au son, est riche en amidon. Il sert donc à concentrer la ration en énergie. Il est constitué principalement des fractions celluloses des cellules internes du grain. Il présente les caractéristiques énergétiques proches de celle du blé. Il est plus riche en protéines et parois. Il est pauvre en calcium et riche en phosphore et vitamine E [40].

- 3) Farines basses :

Les farines basses sont des coproduits nobles. Elles sont composées essentiellement de protéines et de petites particules de son, germe et farine. C'est un aliment énergétique car il est riche en amidon (encore plus que le remoulage) [40].

#### ■ Semoulerie de blé dur, pâtes alimentaires sèches

- 1) Son de blé : Obtenu lors de la fabrication de farine, ils sont composés des fragments d'enveloppe et de particules de grain. C'est un aliment peu énergétique mais le volume alimentaire est important. C'est un aliment très peu appétent pour les ruminants.
- 2) Remoulage de blé : fragments d'enveloppes et particules de grain dont on a enlevé moins d'endosperme que dans le son
- 3) Gruaux D : le plus noble, équivaut aux farines basses de blé dur [40].

#### ■ Semoulerie de maïs

- 1) Farine de dégermage : La farine de maïs dégermé est issue des grains de maïs mûrs et dégermés. Le grain est broyé et presque entièrement débarrassé du son et du germe. C'est un aliment riche en amidon. Il est difficile à récupérer. Elle est aussi riche en matière grasse.
- 2) Le son de maïs : C'est un aliment très riche en fibre. Plutôt pauvre en protéine (moins de 20%).
- 3) Tourteaux de germes de maïs : germes ayant subi une extraction de l'huile, fragment d'amande farineuse [40].

#### ■ Distillerie : les drèches de blé

Les drèches de blé sont constituées principalement de grains épuisés. Elles sont souvent commercialisées sous forme de pellet. C'est un aliment avec des teneurs en protéine élevées. Il a l'avantage de présenter une bonne biodisponibilité en lysine. C'est un aliment hautement digestible. Il est appétent. On l'utilise comme correcteur azoté pour concentrer la

ration en protéine. L'ingestion est bonne en général. On peut apporter 1 à 5kg brut par jour pour une vache laitière [48].

#### ■ Coproduit oléo-protéagineux

##### ■ a. Tourteau de colza

Moins énergétique, moins riche en protéine et plus riche en cellulose que le tourteau de soja. Le tourteau de colza est une alternative au tourteau d'importation. Il ne possède pas de facteurs anti nutritionnels. Le colza est une source d'azote de plus en plus utilisée. On estime qu'un kilo de tourteau de soja équivaut à 1.5 kilo de tourteau de colza. Son prix inférieur à celui du soja lui permet d'être compétitif. On estime qu'il faut en distribuer entre 3 à 6 kg MB/jour pour une vache laitière. Il est plus riche en phosphore et méthionine donc demande une complémentation minérale moindre [49].



Figure 31 : Tourteau de colza

Source : <https://margaron.fr/tourteau-de-colza>

##### ■ b. Tourteau de tournesol

Avec une valeur énergétique plus faible que le tourteau de colza, le tourteau de tournesol est un peu moins intéressant d'un point de vue nutritionnel. En revanche, il ne contient pas de facteurs antinutritionnels. La teneur en fibres et ses carences en acides aminés (lysine notamment) peuvent être un désavantage. Les résidus de traitement peuvent lui conférer des teneurs en cuivre élevées (14mg/kg). Les teneurs en protéines sont assez variables suivant les procédés d'extraction allant de 23 à 40%. Environ 77% des protéines sont dégradables au niveau du rumen. Le tourteau de tournesol est riche en cellulose. Ses parois sont faiblement digestibles car elles sont riches en lignine. Il est assez riche en énergie (0,81 UFL). Ses teneurs en calcium et phosphore sont assez élevées [50].



Figure 32 : Tourteau de tournesol

Source : <https://www.partnerandco.fr/Tourteau-de-TOURNESOL-biologique>

#### ■ c. Tourteau de lin

Le tourteau de lin est le produit résiduel de l'extraction de l'huile de lin. C'est un coproduit riche en protéines et en acides gras insaturés de type oméga 3. Leurs valeurs alimentaires varient selon leurs procédés d'extraction. Il reste en général 10% d'huile après extraction. Ses teneurs en énergie et protéines permettent un engraissement rapide des bovins avec une viande riche en oméga 3. Son apport est de l'ordre de 2kg/jour. Il semblerait aussi avoir un effet positif sur la production laitière et la fertilité des animaux. Une légère baisse des taux peut être observée. L'impact sur la reproduction s'explique par le fait que les oméga 3 participent à la synthèse des hormones stéroïdienne [51].



Figure 33 : Tourteau de lin moulu

Source : <https://www.moulingiraud.com/les-divers-composants/161-arachide-crue-gros-calibre-18-22-mm.html>

#### ■ Coproduits de sucrerie

##### ■ a. Pulpe de betterave

Parmi les coproduits issus de l'industrie de sucrerie, on retrouve la pulpe de betterave qui a un fort taux d'humidité et se conserve donc sous forme d'ensilage ou bien déshydratée souvent sous forme de pellet. La pulpe de betterave est constituée des déchets de l'extraction des jus sucrés. On retrouve donc essentiellement la fibre constitutive de la betterave dans ce coproduit. Elle a pour propriété une forte digestibilité, une forte valeur énergétique sous forme de cellulose principalement. De plus, c'est un aliment très appétent. Lors de son utilisation, on note un effet positif sur la production laitière et le TB. Il est recommandé de

distribuer entre 5.5 à 9 kg de MS dans la ration et de ne pas dépasser 1.5kg de MS par 100 kg de poids vif. Elle est riche en calcium mais pauvre en phosphore [52].

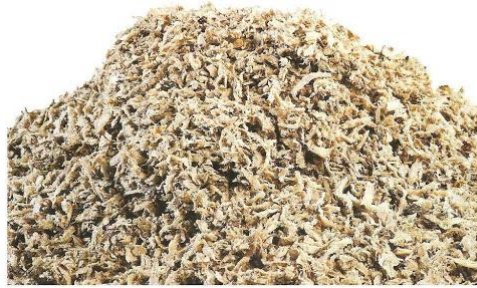


Figure 34 : pulpe de betterave humide

Source : [http://www.taloncoproduits.com/les\\_pulpes\\_humides.ws](http://www.taloncoproduits.com/les_pulpes_humides.ws)

#### b. Mélasse

On récupère aussi la mélasse qui est le résidu de la cristallisation de la liqueur formée lors de la fabrication du sucre. La mélasse est couramment utilisée pour améliorer l'appétence et la valeur énergétique des aliments. Elle a un fort pouvoir liant. Pauvre en phosphore, calcium et sodium, elle est riche en potassium [52].

#### Coproduits de fruits et légumes transformés :

Les fruits et légumes utilisés proviennent le plus souvent des écarts de triage avec des produits qui ne correspondent pas aux attentes des consommateurs ou bien des déchets de transformation. Les fruits sont rarement utilisés en alimentation animale hormis lorsqu'une industrie est proche de l'exploitation et que l'éleveur peut s'en procurer facilement. Le fruit le plus couramment utilisé est la pomme chez les chevaux et les ruminants. Riche en sucres solubles, elle offre une bonne digestibilité et donc une valeur énergétique élevée (UF : 1.05/kgMS). Ces valeurs sont à modérer de par leur richesse en eau.

Les coques de cacao sont parfois utilisées chez les ruminants, les pulpes d'agrumes ou encore le marc de raisin. Les pulpes d'agrumes sont riches en sucre et le risque d'acidose est important. On l'utilise en général pour les vaches laitières ou les bovins en croissance. C'est un coproduit très fortement déséquilibré du point de vue phosphocalcique (très riche en calcium, pauvre en phosphore). Les tourteaux de cacao sont incorporés pour augmenter le TP à raison de 1g/L mais cela est plutôt dû à la baisse de lait provoquée. C'est donc un effet concentration qui est observé [40,53].

#### 1.3.5. Ovoproduits :

On retrouve les coquilles, le blanc technique, les écarts de production. Ils sont peu utilisés pour les animaux [40].

#### 1.3.6. Coproduits d'industrie laitière : lactosérum, babeurre, lait écrémé

Le lactosérum est le liquide translucide qui se sépare du caillé après coagulation du lait. On distingue le lactosérum doux qui est issu de la fabrication du fromage à pâte pressée [48]. Il est riche en lactose (75%). C'est une source de protéine de bonne digestibilité, solubles à 100% dans le rumen. Il a une faible teneur en matière grasse. C'est donc un coproduit très énergétique. Il est couramment utilisé pour nourrir les jeunes à l'aide de poudre de lait. Il peut aussi servir à remplacer des concentrés à base de céréales, mais cela entraîne une baisse de la production laitière de 1.5kg de lait, une hausse du TP de 1.7 point et une hausse du TB. Il a pour inconvénient d'orienter la production d'acide gras volatil du rumen vers l'acide butyrique. C'est pourquoi il ne faut pas dépasser 20% dans la ration. Il est très appétent. Il est nécessaire d'adapter la complémentation minérale. Il existe aussi le lactosérum, acide, issu de la fabrication des fromages à pâte molle et fraîche. Il est moins riche en lactose et plus riche en minéraux de type calcium et phosphore. Il est peu appétent et est essentiellement utilisé pour l'alimentation des porcelets [54].

Le babeurre est aussi un coproduit de l'industrie laitière. C'est le liquide dans lequel flottent les grains de beurre. Il est pauvre en vitamines mais riche en lécithine.

Les coproduits peuvent donc être utilisés pour combler un déficit fourrager lors d'aléas climatiques. Ils servent alors de solution ponctuelle mais peuvent aussi être utilisés de manière régulière dans l'alimentation des animaux. Certains coproduits sont disponibles de façon saisonnière ou localisée géographiquement. L'idéal avant leur utilisation est de réaliser une analyse si l'industrie ne la fournit pas.

TABLEAU 2 : BILAN DES PROPRIETES, AVANTAGES ET INCOVENIENTS DES ALIMENTS - Source : *Alimentation des ruminants, INRA 2018*

Espèce/coproduit	MS g/kg brut	UFL/kg	BPR g/kgMS	Ca abs g/kg	P abs g/kg	NDF g/kg	Utilisation/Stockage	Avantages	Inconvénients
<b>Ray grass italien</b> <i>Epi 10 cm du sol</i>	15,8	1,03	26	1,7	1,8	450	Fauche	Installation rapide, forte production	Peu tolérant au sec Pérennité courte
<b>Ray grass anglais</b> <i>Epi 10 cm du sol</i>	16,7	1,06	35	2,1	2,0	483	Pâturage	Pérennité 4ans Tolère le piétinement Stock sur pied	Peu tolérant au sec
<b>Ray grass hybride</b> <i>Epi 10 cm du sol</i>	15,8	0,99	67	1,8	1,6	536	Fauche ou pâturage Association avec le trèfle violet	Pousse rapide : cycles courts	
<b>Dactyle</b> <i>Epi 10 cm du sol</i>	16,7	0,98	66	1,5	2,3	537	Fauche puis pâturage	Résiste au sec : bonne pousse estivale Riche en protéine	Mauvaise conservation en ensilage Dominant avec la fétuque
<b>Fétuque des prés</b> <i>Epi 10 cm du sol</i>	16,4	1,06	59	2,1	2,1	553	Fauche ou pâturage Association luzerne ou trèfle violet pour fauche ; trèfle blanc, ray grass anglais pour la pâture	Longue période de croissance Séchage rapide	Digestibilité moyenne Implantation lente

TABLEAU 2 : BILAN DES PROPRIETES, AVANTAGES ET INCOVENIENTS DES ALIMENTS - *Source : Alimentation des ruminants, INRA 2018 (suite)*

<b>Brome</b> <i>Epi 10 cm du sol</i>	16,2	1,03	42	2,1	3,1	551	Ensilage Association : trèfle violet	Installation rapide Fourrage appétent Bonne digestibilité	Supporte mal le pâturage, tolère peu le piétinement Pas d'association avec la luzerne si conditions séchantes
<b>Sorgho fourrager</b> <i>Epiaison</i>	21	0,72	-10	1,5	1,7	631	Fauche	Résiste au sec Croissance rapide Rendement : 8 à 12t de MS en 3-4 coupes	12°C minimum pour germer Sensible au gel Pâturage à risque avant 70cm
<b>Moha</b>	29,5	0,6					Fauche ou pâturage	Croissance rapide Excellente résistance au sec	Faible valeur alimentaire Sensible au froid Pas de repousses
<b>Luzerne</b> <i>Début bourgeonnement</i>	16,2	0,88	65	4,8	1,9	476	Fauche ou pâturage Association brome dactyle	Riche en protéine Rendement : 15tMS/ha	Pauvre en énergie Météorisante Conservation difficile en ensilage
<b>Trèfle violet</b> <i>Début bourgeonnement</i>	12,8	0,96	51	3,9	2,1	437	Fauche ou pâturage Association : ray grass italien ou graminée	Résiste au sec Riche en protéine Appétent, peu encombrant	Ne résiste pas au froid Pérennité 2 à 3 ans
<b>Trèfle blanc</b> <i>Début floraison</i>	11,0	1,06	75	3,8	1,6	447	Pâturage	Résistante Fourrage équilibré	Pousse tardive



TABLEAU 2 : BILAN DES PROPRIETES, AVANTAGES ET INCOVENIENTS DES ALIMENTS - *Source : Alimentation des ruminants, INRA 2018 (suite)*

Sainfoin <i>Début bourgeonnement</i>	13, 0	1,04	35	2,8	2,1	409	Pâturage en altitude	Résistante au sec et au froid Plante à tanins	Fanage difficile Fourrage grossier
Lotier	11,0	0,82	Non documenté dans les tables INRA				Pâturage ou fauche Association : brome dactyle fétuque	Résistante sécheresse et humidité, froid Riche en protéines	Pérennité 2 à 3 ans Sensible au piétinement Implantation délicate Vite dominée en association
Trèfle incarnat	Non documenté dans les tables INRA						Pâturage Association : RGI Interculture	Non météorisant Pousse hivernale	Sensible au gel Fanage difficile Rendement : 4tMS/ha
Sulla	9,1	0,85		1,1	0,3		Foin, ensilage, pâturage Association : dactyle, fétuque	Riche en tanins	Bisannuelle
Chou fourrager <i>Feuillu</i>	12,0	1,09	20	4,4	2,1	338	Fauche ou pâturage	Résiste au froid	Pauvre en MS Substance anti- nutritionnelle (pas pour les jeunes en croissance)
Colza fourrager <i>Feuillu</i>	12,7	0,96	43	4,7	2,3	364	Fauche, pâturage	Croissance rapide, pâturage rationné ou	Sensible au sec, risque à la pâture

TABLEAU 2 : BILAN DES PROPRIETES, AVANTAGES ET INCOVENIENTS DES ALIMENTS - *Source : Alimentation des ruminants, INRA 2018 (suite)*

								ensilage, rendement : 4 à 6t de MS	
Son de blé d'amidonnerie	87,5	0,92	32	0,7	7,6	445	Silo	Riche en fibres Bonne digestibilité de l'azote	Effet laxatif- Acidogène Appétence moyenne
Drèche de blé	91,9	1,16	144	0,8	5,9	307	Silo	Augmente le potentiel azoté de la ration Effet positif sur la production laitière (1-3L)	
Gluten feed de blé type 20% amidon	90,9	1,05	41	0,7	5,6	319	Silo	Equilibre énergie/protéine Forte teneur en amidon	
Corn gluten feed	87,8	1,04	54	0,9	6,7	399	Silo	Equilibré énergie-protéine Appétent, économique	
Remoulage de blé tendre	87,9	1,04	35	0,7	7,1	351	Silo	Riche en amidon Riche en phosphore et vitamine E	Pauvre en calcium
Corn gluten meal	90,9	1,62	118	0,2	3,0	39	Pour les volailles	-	-
Drèche de maïs	88,3	1,15	59	1,3	6,5	361	Silo	Riche en protéine Bonne digestibilité Peu acidogène	
Germe de maïs	95,3	2,00	3	0,6	3,0	408		Riche en fibre	Pauvre en protéine
Pulpe de betterave déshy.	88,8	1,04	-57	2,9	0,9	471	Ensilage si non déshydraté	Forte digestibilité Forte valeur énergétique	Ne pas dépasser 1.5kgMS/100kg PV

TABLEAU 2 : BILAN DES PROPRIETES, AVANTAGES ET INCOVENIENTS DES ALIMENTS - *Source : Alimentation des ruminants, INRA 2018 (suite)*

Mélasse	75,5	0,95	25	0,6	0,2	0	Liquide	Apport énergie Appétence, liant	
Pulpe de pomme de terre déshy.	86,9	0,77	-57	2,4	1,4	284	Incorporé ration à base d'herbe	Energie, amidon Effet favorable sur le TP	Pas de fibres Solanine
Concentré protéique de pomme de terre	91,7	1,54	302	1,2	3,2	31		Riche en protéine	Coût Laxatif (riche en potassium)
Tourteau de colza <i>Huile&lt;5%</i>	89,0	0,99	169	4,7	9,0	319	Concentré oléoprotéagineux	Riche en protéine Riche en Phosphore	1.5kg colza=1kgsoja
Tourteau de lin <i>Huile&lt;5%</i>	87,8	1,03	115	2,4	6,0	231	Concentré oléoprotéagineux	Riche en protéine Riche en oméga 3 Lysine en grande quantité	Coût
Tourteau de tournesol <i>Huile&lt;5%, décortiqué</i>	90,5	0,86	216	2,4	7,6	349	Concentré oléoprotéagineux	Pas de facteurs anti nutritionnels Riche en calcium phosphore	Paroi faiblement digestible Carence en acide aminé
Tourteau de cacao	88,3	0,45	136	1,3	5,0	417	En silo	Valeur énergétique élevée, amélioration des taux	Baisse de lait
Pulpe d'agrumes déshydratée	90,3	1,12	-63	3,4	0,9	216	Conservation difficile en frais	Valeur énergétique élevée	Riche en eau si pas déshydraté Risque acidose
Poudre de lait entier	96,0	1,78	129	6,0	6,4	0	Alimentation des veaux		

## 2. Optimisation des ressources présentes sur l'exploitation

### 6 2.1 Notions d'autonomie fourragère, protéique et massique

Accroître son autonomie signifie réduire les intrants extérieurs au système : aliments du bétail, engrais, énergies fossiles... Il faut produire en maximisant le lien au sol et valoriser au mieux les ressources présentes sur l'exploitation. Être autonome présente des avantages : le système devient plus économe en étant moins dépendant des fluctuations des marchés ; plus écologique en limitant les intrants et les importations. En revanche, pour rester économiquement performant, cette autonomie ne doit pas se faire au détriment de la productivité. De même, il ne faut pas épuiser les réserves de ce système (notamment les sols). L'autonomie alimentaire, qui nous intéresse, se calcule en faisant le rapport entre les aliments produits sur l'exploitation et consommés par les animaux sur la totalité des aliments consommés par les animaux [55].

L'autonomie alimentaire prend en compte l'autonomie en termes de matière sèche et l'autonomie en termes de matière azotée. En général, on estime que si l'autonomie en matière sèche est atteinte, l'autonomie énergétique est atteinte également. Il est important de connaître l'autonomie de ses surfaces pour en déduire la productivité de la surface alimentaire totale. On part du principe qu'une UGB consomme 4.75tMS par an. Ainsi, avec les surfaces disponibles et leur potentiel, on peut estimer son autonomie massique. La plupart des élevages français sont autonomes à 98% sur le plan massique mais pas sur le plan protéique où l'on avoisine les 35% [56].

Des études chez les petits ruminants montrent que l'autonomie fourragère est corrélée significativement à la part du pâturage sur l'exploitation [57]. Plus un troupeau pâture, plus la consommation de concentrés est maîtrisée et meilleurs sont les résultats économiques. Il a aussi été mis en évidence que l'autonomie passe par la maximisation des concentrés produits sur l'exploitation mais aussi par la maîtrise des quantités distribuées (moment adéquate de la croissance, ajustée aux valeurs des fourrages ...). Tout cela passe par un bon allotement des animaux en fonction de leurs besoins. Cela peut par exemple passer par des diagnostics de gestation des lots de brebis pour séparer les non gestantes et moins les supplémenter. De même, il est préférable de séparer les agnelles de renouvellement des agneaux de boucherie qui ont besoin de beaucoup moins de concentrés. Il est aussi évidemment primordial de récolter des fourrages de qualité et de bien les stocker. La pratique de la sous-alimentation hivernale si les races s'y prêtent peut aussi permettre d'accroître son autonomie mais il faut que l'éleveur soit prêt à perdre de sa productivité. La sous-alimentation hivernale consiste à nourrir ses animaux en leur apportant légèrement moins que leurs besoins entraînant un amaigrissement durant l'hiver compensé par une herbe riche au pâturage. On estime qu'il ne faut pas dépasser 2 unités fourragères en terme de restriction

énergétique le dernier trimestre de gestation pour ne pas impacter la vitalité et le poids du veau à la naissance.

Il est aussi important de sécuriser son système fourrager. L'agroécologie, en misant sur la résilience du système s'inscrit dans cette logique. Elle propose des pratiques plus souples avec par exemple, les prairies multi espèces qui permettent une pousse d'herbe tout au long de l'année. Les méteils et les ensilages de céréales immatures assurent des récoltes riches en protéines ou énergie en inter culture. Elle promeut aussi l'utilisation de plantes résistantes aux aléas climatiques comme le moha pour les sécheresses l'été ou bien le chou fourrager pour assurer des récoltes de fourrage l'hiver [56].

## 7 Gestion du pâturage, pratiques innovantes

### 2.2.1 Points clés pour réussir son pâturage

#### a. Suivi de la hauteur d'herbe

##### 1) L'herbomètre

C'est un outil de mesure de la hauteur d'herbe en fonction de sa densité. Cela nous donne une idée du rendement en matière sèche par hectare. C'est un plateau solidaire d'un tube coulissant. Il suffit de poser l'herbomètre de façon à ce que le pied touche le sol. Le plateau s'élève et se stabilise à une hauteur correspondant à la résistance de l'herbe à la compression. Ainsi, on prend en compte la densité du couvert végétal. Une échelle graduée permet de lire le résultat. On recommande de prendre 15 à 30 mesures par parcelle. On fait ensuite une valeur moyenne que l'on convertit en quantité de matière sèche par hectare. Il existe aussi des herbomètres électroniques. 1 centimètre d'herbomètre équivaut à 250kg de matière sèche par hectare [57,58].

C'est une très bonne aide pour piloter ses pâtures. En effet, on recommande une hauteur d'herbe de 6 à 15 cm pour l'entrée des animaux qui correspond en général au stade 3 feuilles, au-delà il y aura du gaspillage. De même pour la sortie, l'objectif est une hauteur d'herbe de 5 centimètres maximum. Ainsi, on peut contrôler la pression au pâturage.



Figure 35 : Herbomètre automatique

Source : <https://www.agriexpo.online/fr/prod/jenquip/product-181603-50346.html>

## 2) La technique de la botte

On peut aussi estimer moins précisément la hauteur d'herbe en utilisant comme repère la botte. Si l'herbe est au niveau de la semelle, on estime que la sortie a été trop tardive. Il faut éviter le pâturage à moins de 3 cm car les capacités de repousse et la pérennité de la prairie sont altérées.

La sortie idéale est lorsque l'herbe est au talon. A l'inverse, l'entrée doit se faire au moment où l'herbe recouvre la botte et arrive à la cheville. Au-delà, elle est trop tardive et il y a un risque de gaspillage [58].

### Aménagement des prairies

Pour valoriser au mieux ses prairies, il est essentiel d'aménager son système herbager, et cela pour plusieurs raisons.

En aménageant correctement ses prairies, cela permet d'augmenter les surfaces accessibles. Un parcellaire morcelé peut être un frein au pâturage mais des aménagements tels que de nouveaux accès, des boviducs, passages canadiens, des échanges parcellaires restent possibles. Un bon aménagement permet de gagner du temps. Faire pâturer demande beaucoup de travail en amont : clôtures, conduite des animaux, aménagements de points d'eau. Des chemins adéquats, des clôtures fonctionnelles, facile d'entretien permettent un gain de temps au quotidien. On estime le coût à 270€ par hectare pour les clôtures, bacs à eau, et chemins (5 à 13€ du mètre) ; pour les aménagements de type boviduc ou passage canadien, prévoir 25 000-40 000€ [59].

L'installation de chemins est conseillée surtout en élevage laitier pour limiter le risque de boiterie, maintenir les mamelles propres et fluidifier la circulation. Aussi, lors de leur construction, il faut créer une pente ou des fossés pour éviter l'eau stagnante qui dégrade très vite les chemins.

Le tableau 3 présente les différentes recommandations pour réaliser des chemins adaptés à son exploitation.

Une vache laitière a besoin d'environ 50L d'eau par jour. Il ne faut donc pas négliger l'abreuvement au pré. On estime que la vache ne doit pas faire plus de 400 mètres pour se rendre à un point d'eau sinon elle pâturera moins pour rester à proximité de l'abreuvoir. De plus, un sous abreuvement provoque des baisses de la production laitière. Il est préférable de mettre le point d'eau dans une zone ombragée car les animaux y vont plus facilement lors de fortes chaleurs.

On estime que des vaches en système salle de traite peuvent aller pâturer jusqu'à 1.5km de l'exploitation, tandis qu'en système robot de traite, il est recommandé de ne pas dépasser un kilomètre de la stalle de traite.

Tableau 3 : Recommandations pour la réalisation des chemins d'accès au pâturage

	Sortie de bâtiment	Chemin principal	Chemin secondaire
<b>Usage</b>	Doit permettre une sortie rapide des animaux, le tracteur doit pouvoir y passer.	Permet de rejoindre les paddocks, chemins très fréquentés	Prolonge le chemin principal, dessert les paddocks éloignés
<b>Caractéristiques</b>	Large, propre toute l'année	Propre même en condition humide	Portant
<b>Largeur</b> <b>Pour 50 VL</b> <b>Pour 100 vL</b>	4 à 5 mètres 5 mètres	3 -4 mètres 5 mètres	2-3 mètres 3 mètres
<b>Matériaux</b>	Béton sur empierrement pierre+sable	Pierre+sable Copeaux de bois ou plaquette forestière	Terre Béton sur terre Matériaux de récupération (caillebotis)

### c. Le chargement

Le chargement est le rapport entre les surfaces utilisées et l'effectif moyen présent sur la surface exprimée en unité gros bovin (UGB). Pour rappel, une génisse de moins d'un an représente 0,3 UGB, de un à deux ans : 0,6 UGB, de plus de deux ans 0,8 UGB, une vache laitière équivaut à 1 UGB tandis qu'une vache allaitante et son veau vaut 1,1 à 1,3 UGB selon l'âge de son veau. En France en général, on a un chargement qui va de 1 à 2 ou plus UGB/ha. La connaissance du chargement peut être intéressante pour déterminer la fertilisation à apporter à sa prairie.

Le chargement a été étudié pour mesurer son impact sur la prairie, son rendement, la production des vaches. On a donc regardé l'impact d'un chargement à 1,6 ; de 2,1 ; de 2,6 vaches par hectare. On a montré que le chargement n'avait pas d'effet sur la persistance et la composition prairiale. En revanche, il a un impact sur l'efficacité du pâturage. L'efficacité du pâturage est le rapport herbe consommée sur herbe potentiellement produite. Le chargement idéal est donc important à trouver pour optimiser l'utilisation de ses surfaces fourragères. Lorsque le chargement augmente, on note une production supplémentaire de 2,4 tonnes de matière sèche par hectare.

En ce qui concerne les performances animales, la production laitière diminue si les chargements augmentent et les TP chutent. En général, le pic de lactation diminue si le chargement augmente. Dans ce cas, il ne faut pas oublier de compléter ses vaches. Pour conclure, en augmentant la densité d'animaux, on augmente la production de lait par hectare

d'environ 6 000kg mais on a une production laitière par vache diminuée car on diminue l'intensité du pic [60].

## ■ Les différentes méthodes de pâturage

### ■ Le pâturage continu

C'est la méthode la plus simple de pâturage. Les animaux ont accès à une grande parcelle ou plusieurs parcelles côte à côte.

Cette méthode présente l'avantage d'économiser du temps et des clôtures. Cette pratique atténue les problèmes de portance du sol. Avec un chargement adapté, on a une exploitation de l'herbe sans épiaison. Il est cependant difficile de prévoir à long terme. On n'a pas de contraintes de déplacement des troupeaux (allaitants notamment).

Comparé au pâturage tournant, on perd 5 à 15% de production. En revanche, si l'on augmente le chargement et que l'on intensifie le pâturage, il y a peu de différence [61].

### ■ Le pâturage libre intensif – pâturage rationné ou fil avant

Le principe est de délimiter la pâture par un fil avancé quotidiennement. On peut y ajouter un fil arrière pour ne pas que les vaches pâturent les repousses.

Le pâturage libre intensif consiste à laisser les animaux longtemps sur une même parcelle. La sortie se fait à 7 à 8 centimètres. On estime qu'on allonge de 16% le temps de pâture par rapport au pâturage continu et on augmente de 38% la quantité d'herbe produite [61].

### ■ Le pâturage rationné avec fil avant et fil arrière

Dans ce cas, on délimite la parcelle avec un fil avant et un fil arrière qu'on déplace chaque jour. Grâce à cette méthode, on n'observe quasiment pas de gaspillage car on adapte constamment les surfaces en fonction de la pousse et des besoins des animaux. Comme on a constamment une consommation d'herbe nouvelle, la production animale est régulière. En revanche, cette méthode est très chronophage et c'est pour cela qu'elle est très peu utilisée. On a un risque de surpâturage le long du fil. Il est plus facile de mettre en place ce système avec des parcelles plutôt rectangulaires [61].



## Le pâturage tournant

Le pâturage tournant consiste à faire pâturer différentes parcelles chacune leur tour pour laisser le temps à la prairie une reprise de végétation [62]. Cette méthode part du principe que plus un animal séjourne longtemps sur une parcelle, plus ses performances diminuent. En effet au bout de 3 à 5 jours de pâturage, on observe une chute de 10% de la production laitière. L'intérêt est qu'on a une exploitation uniforme de l'herbe sur l'ensemble de la parcelle. Ceci permet une exploitation optimale des prairies avec une herbe de meilleure qualité à disposition des animaux. Cela permet de respecter le cycle de développement des graminées. Ce système nécessite cependant un parcellaire adapté. Il est possible d'ajuster la surface nécessaire en fonction des conditions climatiques de l'année en ajoutant une parcelle ou en fauchant une en cas d'excès d'herbe [63]. L'inconvénient de ce système est la surface en clôture très importante. D'autre part, les installations en eau doivent être présentes dans chaque parcelle. Il faut faire attention aux parcelles humides où le piétinement peut vite endommager la prairie. On note une production journalière irrégulière avec cette méthode. Lorsque l'herbe est trop abondante, on a un risque de gaspillage. Il faut aussi bien gérer la complémentation des animaux et demande une certaine technicité de la part de l'éleveur qui doit décider de l'entrée et de la sortie des animaux au moment idéal. Au printemps, cette méthode permet de mieux gérer l'herbe que l'on a à disposition avec moins de refus. On peut ainsi espérer produire jusqu'à 25kg de lait seulement grâce au pâturage au printemps.

En élevage laitier, on utilise couramment 6 paddocks au printemps en y laissant les vaches 3-4 jours. En bovin viande, on conseille 4 paddocks avec un temps de séjour de 5 à 6 jours. Le nombre de parcelles est déterminé par le rapport temps moyen de repos sur temps moyen de séjour +1. La figure 36 présente les méthodes de calcul de la taille des paddocks nécessaire pour les animaux.

Une étude a comparé pendant 8 ans le pâturage tournant avec un retour tous les 15 jours sur les parcelles au pâturage continu à différents chargements (6.3 UGB/ha et 4.3 UGB/ha). On observe une production de lait supérieure de 7kg de lait par jour en chargement moyen et 5.5 kg en chargement fort par rapport au pâturage continu. On observe aussi une meilleure densité végétale [64].

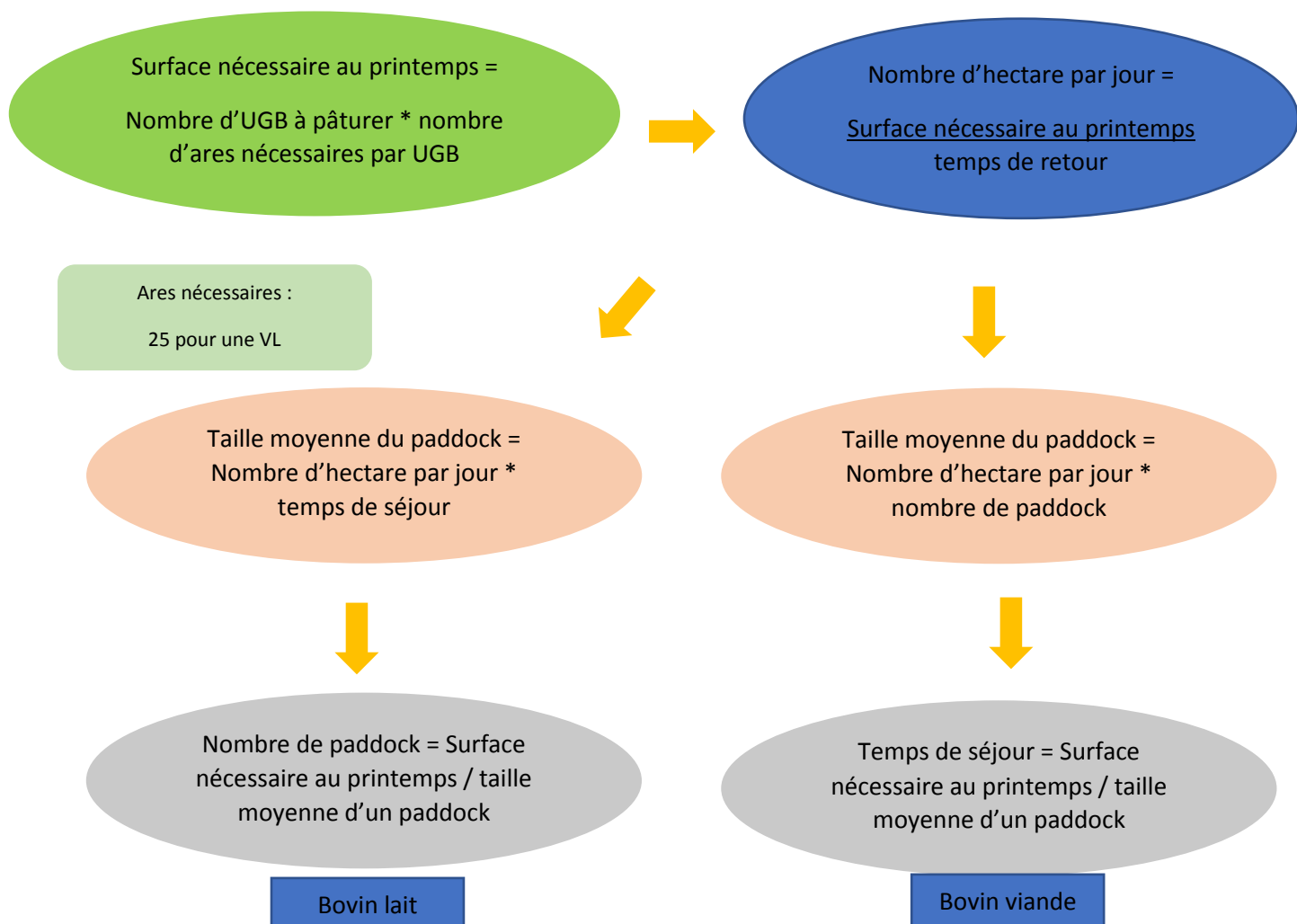


Figure 36 : Déterminer la taille de ses paddocks

### ■ Pâturage tournant simplifié

On dispose de moins de paddocks qu'en pâturage tournant (2-3 parcelles) et le temps de séjour y est plus long (entre 10-15 jours). Cela permet à des éleveurs qui n'ont pas le parcellaire adéquat d'optimiser les prairies, surtout au printemps [61].

### ■ Pâturage tournant dynamique

Ce système très utilisé en Nouvelle Zélande et maintenant en Irlande est encore peu développé en France. Il consiste en la mise en place de plusieurs paddocks (en général 21) dans lesquels le chargement instantané est très élevé et avec un temps de séjour très court.

Cela permet une production de 13 tonnes de matière sèche par hectare par an. Cette technique augmente la durée de vie des prairies et contribue à la baisse du parasitisme.

Le pâturage tournant dynamique part du principe que toutes les réserves de la plante sont reconstruites au stade de maturité troisième feuille. Au-delà, la plante fabrique sa tige et on perd de la valeur alimentaire. C'est donc au stade troisième feuille qu'il faut faire rentrer les animaux. La sortie se fait avant qu'ils entament la gaine [58].

D'autre part, les animaux ont une prise alimentaire limitée qui est fonction du temps passé à pâturer (plus ou moins fixe), du taux de coups de mâchoire et du poids de l'herbe consommée par bouchée. Il faut donc rentabiliser chaque bouchée en ayant une herbe de taille optimale, des parcelles le plus homogène possible et des temps de séjour courts car on note plus d'ingestion dans des prairies nouvelles. On y associe des chargements forts de 100 à 150 UGB/ha, cela diminue la sélectivité des prélèvements, permet une exploration rapide de la parcelle (comportement naturel des animaux lorsqu'ils arrivent dans une nouvelle parcelle) et on a une distribution régulière des animaux. On a un temps de repos supérieur, une amélioration de la composition florale et un rendement de la parcelle augmenté [65,66].


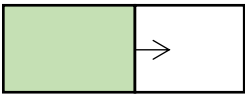
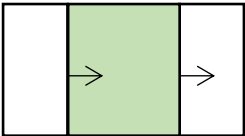
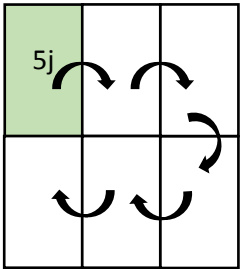
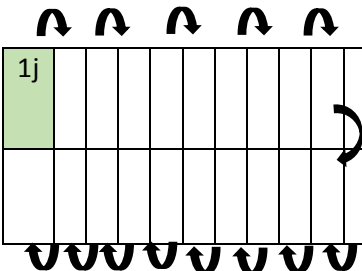
#### Conclusion :

Il est donc possible d'optimiser ses surfaces pour augmenter son autonomie fourragère. Comme nous l'avons vu dans la partie précédente, cela peut passer par la composition de la prairie. D'autre part, un choix stratégique des espèces implantées permet de boucler les cycles de l'azote et donc de diminuer la part des intrants.

Les méthodes d'exploitation permettent aussi d'utiliser au mieux la production de ces prairies. Différentes méthodes peuvent être choisies selon les stratégies et l'importance de la pâture dans le système d'exploitation. Mettre en mouvement ses animaux sur ses prairies peut s'avérer intéressant pour allonger la période de pâture et d'utiliser l'herbe à son meilleur stade.

Le tableau suivant récapitule les avantages et inconvénients des méthodes présentées précédemment

TABLEAU 4 : BILAN DES DIFFÉRENTES TECHNIQUES DE PÂTURAGE [61]

	Avantages	Inconvénients
Pâturage continu 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- contourne les problèmes de portance du sol</li> <li>- pas de déplacement du troupeau, aménagements points d'eau</li> <li>- économie de clôtures</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- risque d'être débordé par l'herbe</li> <li>- productivité inférieure de la prairie (-5 à 15%)</li> <li>- forte sensibilité à la sécheresse</li> <li>- Production animale irrégulière</li> <li>- Gestion des refus</li> </ul>
Pâturage libre intensif 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Allonge de 16 % le temps de pâturage</li> <li>- Augmente la quantité d'herbe produite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fil avancé quotidiennement</li> </ul>
Pâturage rationné, fil avant/arrière 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evite le gaspillage d'herbe</li> <li>- Adaptation constante à la pousse d'herbe</li> <li>- Production animale plus régulière</li> <li>- Permet de raccourcir le temps de pâturage sur une surface donnée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fil avancé quotidiennement</li> <li>- possible piétinement excessif : repousse plus difficile</li> <li>- surpâturage le long du fil</li> </ul>
Pâturage tournant 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exploitation uniforme de l'herbe sur la parcelle</li> <li>- Respecte le cycle de développement des plantes, permet un temps de repos</li> <li>- Ajustement du parcellaire en fonction des aléas climatiques (fauche ou pâture)</li> <li>- Facilite la gestion de l'herbe au printemps</li> <li>- Taille ajustable au lot d'animaux</li> <li>- Production laitière : +7kg de lait par jour par rapport au pâturage continu</li> <li>- Meilleure densité végétale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessite un parcellaire adapté</li> <li>- Surface en clôture importante</li> <li>- Aménagement parcellaire important : coût</li> <li>- Piétinement si faible portance</li> <li>- Technicité pour adapter la complémentarité des animaux</li> <li>- Production laitière qui diminue en fin de parcelle</li> </ul>
Pâturage tournant dynamique 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de tri, pas de gaspillage</li> <li>- Améliore le rendement de la prairie</li> <li>- Allonge la durée de vie de la prairie (flore préservée)</li> <li>- Facilité d'adaptation de la surface pâturée aux conditions réelles de pousse</li> <li>- Report sur pied facilement pâturable</li> <li>- Bonne répartition des animaux sur la surface (exploitation, répartition des déjections)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aménagement parcellaire : coût + temps</li> <li>- Mise en place de points d'eau dans chaque parcelle</li> <li>- Risque de piétinement</li> </ul>

### Le sylvopastoralisme

Le sylvopastoralisme est une forme de pratique écologique qui s'inscrit dans une logique d'agriculture durable associant sylviculture et pastoralisme. Cela consiste à faire pâturer le bétail pour exploiter les ressources fourragères sous les arbres. Parallèlement, ils permettent l'entretien des allées et une diversification des revenus. On peut distinguer les forêts pâturées où l'activité sylvicole domine. Le pâturage est en quelque sorte opportuniste. Il y a le parcours boisé où l'on regroupe les pré-bois, les friches, où tout le couvert végétal est exploité. Les arbres apportent de l'ombre aux animaux. Le pastoralisme contribue au maintien de l'écosystème forestier qui est essentiel pour garantir la stabilité des sols, maintien des versants ... D'autre part, l'ombre apportée par les arbres permet d'avoir une production d'herbe décalée, surtout l'été au moment où l'herbe se raréfie dans les prairies. De plus, les animaux peuvent aussi consommer le feuillage, les fruits ... Certaines essences d'arbres repoussent les insectes parasites et donc cela contribue au bien-être animal. Le pâturage des animaux aide aux interventions sylvicoles en nettoyant le sous-bois, facilitant la circulation, structurant l'espace. Les déjections des animaux contribuent à l'amendement de la forêt en plus de la chute des feuilles. On réduit le risque d'incendie de ces zones en réduisant la biomasse combustible. Pour le sylviculteur, cela peut être une diversification des revenus en louant ses parcelles.

Tout l'intérêt du sylvopastoralisme est de combiner les bénéfices réciproques des deux modes de valorisation du territoire. Pour être favorable à la biodiversité, on ne doit pas arriver à un milieu propre et bien entretenu. Il faut maintenir le milieu et préserver la diversité des arbres et arbustes.

Dans le même esprit, on retrouve l'agroforesterie qui repose sur le principe de faire cohabiter arbre, culture et animaux. Les prés vergers se développent de nouveau. Les arbres permettent aux animaux de s'abriter à l'ombre, fournissent de la nourriture, améliore la qualité des sols et le stockage de l'eau. Les arbres permettent de repousser les effets de la sécheresse de quelques semaines en permettant une pousse d'herbe plus longue grâce à l'ombre qu'ils apportent et à leur système racinaire faisant remonter l'eau et les nutriments. La présence de haies protège les jeunes du froid. L'herbe au pied des arbres et des haies est souvent plus grasse et plus appétente. Plus riche en acide gras, cette herbe donne un arôme au lait. De plus, avec cette méthode, cela permet de diversifier ses productions en implantant des arbres fruitiers et récoltant leurs fruits. Les noyers sont couramment plantés. Ainsi, l'agroforesterie permet de diversifier ses productions en implantant des arbres fruitiers et récoltant leurs fruits [67,68].

Le pastoralisme est un mode d'élevage souvent rencontré dans les régions montagneuses. Il consiste à faire pâturer les bovins ou ovins en estive, en général de juin à septembre. Dans les Alpes, on compte 3 000 alpages pour 92 000 vaches et 770 000 moutons. A l'échelle de la France, on compte 60 000 exploitations qui pratiquent le pastoralisme permettant de valoriser 2 millions d'hectares. [64] Souvent propriété des collectivités, les estives sont le moyen pour les éleveurs de nourrir de façon économique leurs animaux tout en entretenant les paysages et évitant la fermeture de certains écosystèmes. Les animaux sont déplacés au cours de la saison pour laisser l'herbe repousser et en pâturer de la nouvelle. On appelle estive le pâturage d'été en montagne. Cela peut s'inscrire dans une logique d'élevage 100% extérieur avec des animaux qui restent toute l'année au pâturage. Pendant la période hivernale, les animaux redescendent en plaine où les conditions climatiques sont plus favorables. En général, les naissances sont regroupées au printemps, période où la pousse d'herbe est importante et où les conditions climatiques ne sont pas trop dures pour les nouveau-nés. L'agropastoralisme désigne une pratique favorisant l'utilisation des parcours et des milieux spontanés pour le pâturage (landes, pelouses) [70,71].

Les espaces pâturés en altitude ont une très grande diversité végétale avec différents types de végétaux en interaction qu'il faut connaître au mieux pour optimiser leur gestion. Il faut prendre en compte les différentes formations végétales pour proposer des plans de gestion agro-environnementaux pour exploiter au mieux les ressources et les préserver. Il faut notamment bien choisir ses périodes de pâturage suivant la précocité de la fonte des neiges, le chargement, maîtriser la répartition des déjections, les risques de surpâturage et d'érosion ou d'abandon [73].

Pour apprécier la qualité d'une estive, on détermine la part de surface recouverte de cailloux, les signes d'engorgement d'eau et la présence d'une strate ligneuse. Ainsi, on distingue les éboulis, les landines et les zones humides. Les pelouses sont des formations végétales herbacées de hauteur limitée [68,69]. Pour apprécier chaque pelouse, on prend en compte l'altitude, la topographie, la hauteur moyenne de la strate herbacée et sa densité. Cela donne une idée des espèces végétales potentiellement présentes. Les pelouses subalpines sont situées entre 1700 et 2200m d'altitude, au-delà on parle de pelouse alpine. La plupart des espèces qu'on retrouve en altitude sont pérennes : les poacées (généralement en touffes denses), les cypéracées, les joncacées, les herbacées, les géophytes... Différents types de pelouses ont été recensés (cf ci-dessous). On leur a ainsi attribué des valeurs pastorales pondérées par le taux de boisement de la pelouse en question. Grâce à la prise en compte de ses paramètres, on peut estimer les potentiels de production des pelouses et ainsi adapter les chargements. Par exemple, dans les Alpes, certaines pelouses subalpines peuvent produire de 22 à 55UFL/ha. Il est aussi important de prendre en compte la vulnérabilité du milieu et les aléas climatiques pour adapter au mieux le chargement. Par exemple, dans certaines parties des Alpes très soumises à la sécheresse estivale, un coefficient réducteur de 75% est appliqué

pour déterminer le chargement ovin. Il est important de réfléchir ces pratiques pastorales pour ne pas nuire à la dynamique de l'estive. Après la prise en compte de tous ces paramètres et discussion entre tous les différents acteurs de la filière, un plan de pacage est mis en place. En effet, tout comme pour l'exploitation d'une prairie permanente, plus l'herbe est exploitée tardivement, plus les pertes en azote et protéine sont importantes et plus la digestibilité est impactée [72,73].

Tableau 5 : différents types de pelouses présentes dans les Alpes.

<b>1. Anciens pré de fauche, très bonnes pelouses riches : dactyle aggloméré, fétuque élevée, trèfle violet, pâturin des prés, fléole des prés, éventuellement ray grass, luzerne ...</b>
<b>2. Bonnes pelouses à fétuque rouge et agrostis commun + graminées amélioratrices (flouve odorante, fléole, pâturin, dactyle) et éventuellement légumineuse (lotier corniculé, trèfle blanc, anthylis ...)</b>
<b>3. Pelouses à fétuque rouge et agrostis commun dégradées par une tendance orophile ou thermique ( indiquée par la présence de carex appoximatum, fétuque ovine, genêt sagité, nard raide, thym serpolet, plantain, caille lait jaune)</b>
<b>4. Pelouses de base de fétuque ovine (et genre voisins) + fétuque rouge, agrostis commun, flouve odorante, koelerie, pissenlit</b>
<b>5. Pelouses à trèfle alpin dominant, avec souvent festuca supina, festuca indigesta, nard raide, agrostis commun, ...</b>
<b>6. Pelouses humides et mouillères à canche cespiteuse, molinie bleue, houlque molle, fétuques, ...</b>
<b>7. Tourbières à sphiagnes</b>
<b>8. Pelouses orophiles à Festuca supine et indigesta, carex, trèfle alpin, avoine des montagnes, agrostis ruprestre, plantain monosperme, oxytropis champestre, canche flexueuse</b>
<b>9. Nardaies : pelouses à bases de nard raide souvent associé à fétuque rouge et agrostis commun</b>
<b>10. Gispetières : pelouses à festuca eskia et scoparia (gispet)</b>
<b>11. Pelouses à fétuque paniculée dominante</b>
<b>12. Pelouses de sous bois à canche flexueuse, luzule, nard</b>
<b>13. Pelouses de sous bois à fétuque rouge et dactyle flexueux (en quantité équivalente)</b>
<b>14. Fougeraies à houlque mole et avoine</b>
<b>15. Pelouses à fétuque ovine enrichie en fourragère (lotier, benoite, gesse, alchémille, brunelle, potentille)</b>
<b>16. Pelouse à canche flexueuse et fétuque ovine</b>

Le séchage en grange est une alternative pour augmenter l'autonomie fourragère des élevages. En effet, il permet de récolter le fourrage au stade optimal en nécessitant du beau temps seulement sur 24-72h. Le fait de pouvoir réaliser une première coupe tôt améliore la productivité des prairies. Ainsi, on estime la production à trois tonnes par hectare et par coupe. De plus, le séchage en grange permet d'obtenir un foin très appétent avec peu d'encombrement ce qui permet une forte ingestion de fourrage. D'autre part, en production laitière notamment en AOC et lait cru, ce type de fourrage offre une meilleure qualité sanitaire en limitant considérablement le risque de listéria et butyriques.

A lui seul, le foin engrangé permet de produire en moyenne 5000L de lait par an et par vache. Il représente une économie de 60€/1000L de lait en coût alimentaire [74,75].

Ce type de pratique peut être intéressant pour les éleveurs souhaitant augmenter leur autonomie alimentaire tout en restant intensif car elle permet de maintenir une bonne productivité tout en baissant la part du maïs dans la ration car on a un foin très riche qui comble le déficit azoté.

- Procédé

De manière générale, le foin est engrangé à 55-60% de matière sèche et arrive à 85% de matière sèche après séchage et ce sans altération chimique et mécanique. Le séchage dure en général 3 à 5 jours.

Il s'organise en deux phases : une phase de séchage rapide qui correspond à l'évaporation de l'eau libre et une phase plus lente d'évaporation de l'eau liée. Une fois engrangé, il ne faut pas hésiter à bouger les foin ramassés humides pour éviter qu'ils ne se plaquent contre les parois. Au fil des coupes, les couches se superposent. La première couche fait en général 2m d'épaisseur et il est ensuite recommandé de faire des couches d'un mètre d'épaisseur pour assurer un bon séchage. On atteint finalement 6 à 7m d'épaisseur de foin avec une densité de 90kg/m<sup>3</sup>.

- Conditions de réussite d'un séchage en grange

Pour un séchage réussi, certaines espèces sont à éviter tel que le ray grass, le trèfle violet qui sèchent mal en grange ainsi que le dactyle qui est trop feuillu. En revanche, la luzerne peut être ramassée encore humide car elle sèche facilement. Il est conseillé de privilégier les espèces diploïdes qui sont moins riches en eau ainsi que les prairies multi-espèces.

Il est aussi important d'augmenter sa part de prairie lors de ce type de projet pour assurer des stocks hivernaux. Les deux tiers de la récolte sont réalisés sur des prairies temporaires. 80% des stocks hivernaux sont réalisés avec les deux premières coupes. Les rendements moyens sont de 3t de MS/ha/coupe. Il faut en moyenne 3.4 t de foin brut par vache et par an



pour passer l'hiver. Ce stockage dépend essentiellement de la part de foin distribuée lorsque les vaches pâturent l'été.

D'autre part, il est préférable d'engranger à un bon taux d'humidité. Si l'hygrométrie est supérieure à 80%, le pouvoir absorbant de l'air est trop faible et on doit le réchauffer. Différentes méthodes existent : panneaux solaires [76], chaudière à copeaux de bois ou fioul, pompe à chaleur.

- Un bâtiment bien conçu

Tout d'abord pour une facilité d'utilisation, le séchoir doit être accolé, voire à l'intérieur du bâtiment des vaches que l'on souhaite alimenter avec ce type de fourrage. On conseille un bâtiment haut d'au moins 8 mètres, de faire des cellules de 200m<sup>2</sup> maximum avec en général deux ventilateurs pour 3 cellules. A titre d'exemple, une installation de 3 cellules de 147 m<sup>2</sup> permet de stocker 3000 m<sup>3</sup> de foin soit 270 tonnes de matière sèche. En prenant en compte tous les aménagements à savoir le bâtiment, les ventilateurs, la griffe, l'auto chargeuse, on arrive à un investissement entre 150 000 et 300 000€ soit entre 600 à 1000€ par tonne de foin. Le coût variable peut s'expliquer par le fait que la griffe à fourrage ne soit pas beaucoup plus coûteuse pour un petit qu'un grand séchoir. D'autre part, le coût de la maçonnerie peut fortement varier selon qu'on enterre une partie du séchoir, la part d'autoconstruction, si on choisit une griffe avec translation ou non. Finalement, sur un investissement de 15 ans, on atteint un coût de 115€ par tonne de matière sèche de foin engrangé produit comprenant les annuités, la mécanisation, l'entretien des prairies et le séchage.

Il existe aussi la possibilité de sécher en botte ce qui permet de conserver le même matériel de récolte, de ne pas construire un bâtiment pour le séchage en vrac et donc une diminution de l'investissement. En revanche, il faut savoir que cette méthode demande beaucoup de manutention donc du temps car il faut retourner les bottes. De plus, on limite les capacités de récolte car ce type de séchoir a souvent une capacité limitée. D'autre part, le fourrage n'est pas d'aussi bonne qualité car il y a un risque d'apparition de zones mal conservées. Le tableau 6 compare les deux méthodes.

Il existe aussi des aéro engrangeurs qui sont de gros tuyaux pivotants au travers duquel le foin circule puis est stocké. Cette méthode a l'avantage de permettre une très bonne répartition du fourrage, d'aménager des bâtiments déjà existants pour l'installer. L'inconvénient est qu'il faut redémonter les cellules pour distribuer et investir dans un démêleur en sortie de chargeuse.

Tableau 6 : comparaison séchage en grange – séchage en botte

Séchage en grange	Séchage en botte
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Investissement dans une conditionneuse, dans un bâtiment ...</b></li> <li>- <b>Bonne capacité de séchage en terme de quantité de matière sèche</b></li> <li>- <b>Distribution facilitée l'hiver</b></li> <li>- <b>Excellente conservation du fourrage</b></li> <li>- <b>Méthode de séchage plus ou moins écologique</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de modification du matériel de récolte</li> <li>- Pas de construction de bâtiment spécifique</li> <li>- Gestion des reports de stock facilitée</li> <li>- Investissement moins coûteux</li> <li>- Temps de manutention importante</li> <li>- Faible souplesse de fonctionnement (capacités limitées du séchoir)</li> <li>- Risque de zones mal conservées</li> <li>- Consommation d'énergie importante</li> </ul>

- Impact sur les prairies :

On a souvent une amélioration de la productivité des prairies en parallèle de l'installation d'un séchoir. En effet, l'herbe est au cœur du système fourrager et l'éleveur y fait plus attention. Une bonne gestion de l'herbe est la clé de la réussite de ce système. La part des prairies temporelles augmente pour garantir les stocks hivernaux. D'ailleurs, l'essentiel des stocks proviennent des prairies temporaires. Le séchoir permet aussi de bien valoriser les regains car il est facile de gérer un chantier seul. On est plus dépendant du matériel en commun ou de la disponibilité des entreprises. L'essentiel des stocks est généralement réalisé avec les deux premières coupes (75% des fauches) avec l'essentiel des fauches du 15 mai au 30 juin. Il est intéressant d'avoir des prairies riches en légumineuses pour augmenter l'autonomie protéique. On retrouve la plupart du temps des prairies de mélange associant graminées et légumineuses. L'implantation de luzerne, très facile à sécher, est intéressante si l'on a des sols à un pH entre 6,5 et 7,2 pour assurer sa pérennité.

- Valeur alimentaire :

La valeur alimentaire du foin séché en grange est meilleure que celle du foin séché au sol. Cela s'explique par le fait que le séchage est plus rapide et donc on diminue la dégradation due à la respiration cellulaire, l'activité enzymatique. D'autre part, ce qui conditionne principalement la valeur du foin séché, c'est la qualité de l'herbe récoltée. On récolte plus tôt avec le séchage en grange donc on gagne en qualité de l'herbe et en valeur alimentaire. Mais attention, on ne recommande pas de récolter que de l'herbe de la meilleure qualité qu'il soit. Il est important de récolter aussi du foin fibreux pour éviter une ration trop acidogène qui entraînerait une mauvaise digestion et donc une moins bonne valorisation de la ration.

Pour les foins de luzerne pure, on a une valeur énergétique assez faible de 0,67 UFL/kg MS mais en revanche permet d'obtenir des valeurs azotées plus élevées avec 115g de PDIN/Kg MS. Ces foins sont donc intéressants pour compléter des foins de prairie naturelle ou un ensilage de maïs mais nécessite de compléter en énergie la ration avec des céréales par exemple.

L'encombrement est moins élevé que celui des foins séchés au sol : 1 à 1,05 UEL/kg MS contre 1,10 UEL/kg MS. Il est souvent conseillé de peser les quantités ingérées par le troupeau pour ajuster la complémentation. D'autre part, de fortes variations de valeur alimentaire peuvent être observées suivant la composition de la prairie, la part de légumineuse pour les protéines, la part de graminées et notamment de ray gras pour les valeurs énergétiques. C'est pourquoi il est important d'analyser son foin pour ajuster au mieux la complémentation [74].

TABLEAU 7 : BILAN DES DIFFERENTES PRATIQUES AGROECOLOGIQUES

Pratique agroécologique	Agronomique	Environnemental	Economique	Social
Prairies multi espèces	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Meilleure gestion du cycle de l'azote avec les légumineuses</li> <li>-Accroît l'autonomie protéique et fourragère</li> <li>-Prairie plus résistante aux aléas climatiques</li> <li>-Qualité nutritive de l'herbe</li> <li>-Stock sur pied toute l'année</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Moins d'intrants</li> <li>-Prairie plus pérenne</li> <li>-Moins de gaspillage car prairie plus appétente</li> <li>-Diminution de la pression des ravageurs</li> <li>-Accroît la biodiversité</li> <li>-Couverture des sols en période hivernale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diminution des frais de renouvellement de la prairie</li> <li>-Diminution des frais vétérinaires</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Image positive des productions</li> </ul>
Pâturage tournant	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Meilleure valorisation de l'herbe</li> <li>- amélioration de la qualité nutritive de la ration</li> <li>-rendement accrus</li> <li>-Stimule la prise alimentaire</li> <li>-Production laitière augmentée</li> <li>-Parasitisme</li> <li>-Carence possible en oligo-éléments</li> <li>-Maladie au pâturage : tétanie, hypocalcémie, manque d'énergie</li> <li>-Plantes toxiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Restitution homogène de la matière organique (bouses)</li> <li>-Prairie plus dense</li> <li>-Flore plus diversifiée plus riche en légumineuse</li> <li>-Piétinement si conditions humides</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Baisse de la charge alimentaire et des coûts de production</li> <li>-coût de l'aménagement des prairies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Temps consacré à l'aménagement et au changement des animaux</li> <li>-Bien-être animal des animaux pâturant (santé mamelle, pieds)</li> <li>- Qualité des produits (oméga 3)</li> <li>-Nécessite un parcellaire proche de l'exploitation</li> </ul>

TABLEAU 7 : BILAN DES DIFFERENTES PRATIQUES AGROECOLOGIQUES (suite)

Pastoralisme	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Herbacées et légumineuses à disposition des animaux toute l'année.</li> <li>-Pousse estivale</li> <li>-Avantages du pâturage</li> <li>-Permet un vide sanitaire des prairies/étables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Maintien de milieux ouverts</li> <li>-Grande diversité florale</li> <li>-Utilise des ressources locales</li> <li>-Mélange de troupeaux : risque sanitaire</li> <li>-Présence de prédateurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-charges très faibles</li> <li>-Diminution des besoins de surface</li> <li>-Moins de fourrage à produire</li> <li>-Coût des transports des animaux et cotisations aux groupements pastoraux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Maintien de l'emploi en montagne</li> <li>-Libère du temps et de l'espace pour l'éleveur</li> <li>-Image de marque</li> </ul>
Séchage en grange	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Diminution du temps de séchage au sol</li> <li>-Toutes les espèces ne sont pas adaptées au séchage en grange</li> <li>-Qualité de l'herbe récoltée</li> <li>-Récolte précoce, repousse précoce : rendements augmentés</li> <li>- Appétence , ingestion élevée</li> <li>-Sécurisation des stocks</li> <li>-Autonomie fourragère accrue</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Moyen de séchage plus ou moins écologique</li> <li>-Part des prairies dans l'assolement qui augmente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Coût important de l'installation</li> <li>-Frais vétérinaires réduits</li> <li>-Diminution de l'achat des concentrés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Mécanisation de la récolte et de la distribution</li> <li>-Travail moins pénible</li> <li>- Qualité des produits</li> </ul>

TABEAU 7 : BILAN DES DIFFERENTES PRATIQUES AGROECOLOGIQUES (suite)

Agro foresterie	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ombre pour les animaux</li> <li>-Production d'herbe accrue et étalée sur l'été</li> <li>-Adaptation aux changements climatiques</li> <li>-Activation biologique des sols, moins d'engrais organique à apporter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Régulation naturelle des ravageurs</li> <li>-Diminution de l'utilisation des produits phytosanitaires et des intrants</li> <li>-Gîte pour la faune sauvage</li> <li>-Biodiversité accrue</li> <li>-Entretien des haies et des fossés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Projets soutenus à hauteur de 80% par des aides de l'Europe</li> <li>-Pâturage économique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Entretien des paysages</li> <li>-Améliore le cadre de vie</li> </ul>
Autonomie protéique	<ul style="list-style-type: none"> <li>-engraissement à la luzerne , utilisation de coproduits, incorporation d'ensilage de méteil</li> <li>-Maintien des performances des animaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Augmentation de la part des prairies</li> <li>-Biodiversité</li> <li>-Valorisation des couverts en interculture</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Faible consommation de concentré par litre de lait produit</li> <li>-Faible dépendance du prix des concentrés</li> <li>-Ration économique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Image de qualité des produits</li> </ul>

Légende : Principe agroécologique mis en œuvre : *diminuer les intrants nécessaires à la production (en vert), Améliorer la résilience des systèmes (en jaune), Améliorer la santé animale (en rouge), Optimiser les cycles naturels pour diminuer les pollutions (en violet), Préserver la biodiversité(en bleu)*

## 2. Impact de ces pratiques sur les animaux

Toutes les pratiques présentées précédemment ont des avantages et des inconvénients sur les animaux. Cette partie a pour but de les répertorier et de présenter des moyens de gestion de ces risques.

### 10 Le pâturage

#### ■ 3.1.1 Pâturage et santé des pieds

Les boiteries sont des maladies fréquentes en élevage. Elles entraînent une diminution de l'ingestion et impactent fortement les performances des animaux, en particulier la production de lait et la reproduction. Elles ont donc un fort impact économique [77].

Au pâturage, on note un temps de couchage augmenté de 5%. Cela diminue donc les contraintes exercées sur les pieds. Attention cependant, lorsque l'herbe est en moindre quantité, les vaches sont contraintes de pâturer plus longtemps. On n'observe alors aucune différence du temps de couchage avec des vaches en zéro pâturage [78].

Grâce à une aire d'exercice plus importante à l'extérieur, on diminue la compétition entre les vaches et ainsi on limite les traumatismes liés aux bousculades ou glissements des vaches sur le sol.

Le sol d'une prairie est en général plus sain qu'au bâtiment. On diminue notamment les maladies infectieuses favorisées par l'humidité. D'autre part, le sol étant plus confortable, les onglons s'usent mieux et la corne a une croissance optimale. De plus, les vaches marchent plus au pâturage. Cela favoriserait l'irrigation du chorion de l'onglon, le rendant de meilleure qualité. Des études ont montré que des chemins de mauvaise qualité, trop durs (bétonnés) peuvent accroître le risque d'ulcère de la sole et peuvent aggraver certaines boiteries [79].

#### ■ Pâturage et santé de la mamelle

Au pâturage, les vaches sont en général plus propres et se couchent sur des surfaces plus saines. On diminue donc le risque de mammites environnementales et de taux cellulaires élevés dans le lait. Ces résultats sont à nuancer car une prairie humide, où les vaches s'agglutinent autour du même endroit sont aussi fortement exposées aux pathogènes.

Une étude aux Etats Unis a montré que les vaches qui pâturent ont 1.8 fois moins de mammites cliniques. Elles sont 8 fois moins réformées pour cause de mammites [80]. De même, Fontaneli a montré que les taux cellulaires du lait sont plus élevés chez les vaches qui

ne pâturent pas comparé à celles qui pâturent [81]. Mais d'autres études, plus complètes, prenant en compte notamment la surface du bâtiment et les conditions du pâturage, montrent qu'il n'y a pas de différence significative. Ceci est compatible avec le fait que les agents responsables des augmentations cellulaires lors de mammites subcliniques sont souvent dus à des pathogènes à réservoir mammaire transmis par la traite et non l'environnement [82].

Finalement, le pâturage semble diminuer le risque de mammite clinique mais il n'y a pas de lien évident avec le comptage cellulaire du lait, marqueur de la santé de la mamelle.

## Pâturage et maladies métaboliques

La valeur alimentaire de l'herbe est très variable. C'est pourquoi il n'est pas toujours facile d'équilibrer une ration à base d'herbe et des déficits ou déséquilibres peuvent apparaître. On peut notamment citer les risques liés à la consommation d'herbe trop jeune.

Il y a notamment un risque de **déficit énergétique** lorsque l'on fait pâture une herbe jeune (trop riche en eau). Un déficit énergétique se traduit notamment avec une chute de la production laitière et d'une perte d'état plus importante en début de lactation. Ce déficit s'objective notamment par la mesure des concentrations sanguines en bêtahydroxybutyrate. Lorsqu'ils sont élevés, ils signent une lipomobilisation intense. En effet, l'alimentation n'apportant pas toute l'énergie nécessaire aux besoins de l'animal, ce dernier puise dans ses réserves graisseuses pour compenser. On se retrouve alors dans des situations d'acétonémie. D'autre part, cette perte d'état général entraîne aussi une fonte du coussinet plantaire. On augmente alors le risque d'ulcère de la sole et de maladie de la ligne blanche.

Ce fourrage jeune et riche en sucres solubles fermente vite. Il y a donc une diminution du pH ruminal. On se retrouve en situation d'**acidose**. Normalement, aucun des risques liés à l'acidose sont manifestés sur des vaches au pâturage. Cela peut s'expliquer par le fait que l'herbe est souvent riche en potassium et permet de tamponner le pH ruminal par la production de bicarbonates. D'autre part, l'herbe est ingérée lentement avec de longs repas où les vaches ruminent longtemps ce qui entraîne des diminutions lentes et moins brutales du pH ruminal. Ainsi, le seul risque d'apparition d'acidose ruminale est lors de consommation de jeunes pousses de printemps qui ont peu de fibres et beaucoup de glucides fermentescibles entraînant peu de rumination et de salivation. Les situations de sub-acidose sont à surveiller car elles entraînent des baisses d'immunité favorables aux mammites notamment.

L'herbe riche en azote peut entraîner des excès d'azote non protéique qui induit des diarrhées et favorise les fourbures ainsi que la croissance bactérienne in utéro notamment pour *Corynebacterium pyogenes*, agent de métrite chez les vaches [83].



Engraisser ses vaches à l'herbe est économiquement intéressant. Le coût est d'environ 80€ par 100 kilos de poids vif contre 240€ lors d'un engraissement classique (source bovin viande). On diminue les coûts d'investissement en bâtiment et en mécanisation pour récolter les fourrages que l'on donnera en bâtiment. En revanche, il faut reconnaître que le temps d'engraissement est plus long. Cela peut poser problème pour les cahiers des charges de certains labels ou AOC car les animaux trop vieux peuvent être déclassés et dévalorisés. C'est pourquoi l'idéal est de les valoriser en circuit court [85].

Les produits laitiers et carnés sont aussi plus riches en oméga 3, acide linoléique conjugué ainsi qu'en vitamines A, E, B2, B9 et en carotènes. Les effets bénéfiques sur la santé des consommateurs augmentent avec la durée de finition à l'herbe. On estime qu'elle doit être de 3 mois pour les bovins pour observer des différences significatives sur la viande. La viande a en général une saveur plus forte. Le tissu adipeux est aussi plus jaune chez les bovins et plus ferme. Cela vient de la richesse en caroténoïdes qui colore la graisse. En effet, une herbe verte peut contenir jusqu'à 700ug/gMS de caroténoïdes. A titre de comparaison, le foin en contient 85 ug/gMS et les céréales moins de 5ug/gMS. La viande est souvent plus sombre. Cela peut s'expliquer par un exercice physique plus intense au pâturage, un engraissement plus long donc des animaux plus âgés (concentration des pigments) et une protection contre l'oxydation de la myoglobine par les antioxydants de l'herbe. On obtient aussi une viande plus tendre car le collagène est plus soluble lorsque les animaux sont engraisés à l'herbe.

Les produits laitiers sont aussi plus riches en acides gras d'intérêts nutritionnels et en vitamines. Les fromages sont en général plus jaunes de par leur plus grande richesse en caroténoïdes. Ils sont plus fondants et les saveurs sont plus prononcées [86].

Les prairies riches en légumineuses apportent d'autant plus de composés d'intérêt nutritionnels. Ceci est dû à une accélération du transit et à l'impact de certains métabolites secondaires contenus dans les plantes. En revanche, les légumineuses peuvent donner une saveur très particulière à la viande d'agneau. En effet, du scatole, un composé très odorant, se forme dans la panse lors de consommation de légumineuses, en particulier de luzerne [87].

## ■ Principal risque : gérer la mise à l'herbe au printemps

La mise à l'herbe est souvent une période charnière et compliquée pour les animaux. En effet, les propriétés de l'herbe jeune, riche peut entraîner différentes maladies. Il est donc important de respecter une transition alimentaire lorsque cela est possible en augmentant progressivement la durée journalière de pâturage sur 3 semaines [88] ainsi que de vérifier la hauteur d'herbe.

La maladie la plus couramment observée est **une diarrhée dite nutritionnelle** car l'herbe est très riche en eau. Le respect de la transition alimentaire limite cette diarrhée.

D'autre part, à la mise l'herbe, l'herbe est pauvre en magnésium et sodium, riche en azote et potassium. Il faut donc surveiller le risque **de tétanie d'herbage** [89]. Son apparition est souvent brutale et se caractérise par un animal inquiet, des tremblements, un début d'ataxie voire de parésie lors de la phase de début. Lors de la phase d'état, l'animal chute et présente des contractions toniques brèves, des crises convulsives, une température augmentée, ainsi que la fréquence cardiaque et respiratoire. La tétanie d'herbage est une hypomagnésémie. Elle survient lors de la diminution des apports de magnésium (herbe jeune pauvre en magnésium), souvent associée à des chutes de température, responsables d'un déséquilibre du magnésium intra cellulaire et extra cellulaire. Elle se traite par perfusion intraveineuse de magnésium. En prévention, on peut compléter les animaux en magnésium (attention car très peu appétent) à raison de 60 à 120g/j/bovin d'oxyde de magnésium MgO ou dans l'eau à raison de 50g/10L de sulfate de magnésium MgSO<sub>4</sub> ou chlorure de magnésium MgCl<sub>2</sub>. Il est aussi possible de compléter les animaux en chlorure de sodium qui augmente l'absorption du magnésium dans le rumen. Dans le même but d'augmenter l'absorption du magnésium, on peut favoriser la synthèse d'acides gras volatiles en augmentant les apports énergétiques ainsi que la quantité de fibres longues.

D'autre part, la mise à l'herbe est souvent responsable d'une baisse de la matière sèche ingérée. On a alors une baisse des apports énergétiques et donc une baisse de production ainsi qu'une augmentation des risques de cétose chez les bovins ou de toxémie de gestation chez les ovins.

On a aussi un risque de météorisation car l'herbe jeune est riche en glucides solubles et pauvre en cellulose ce qui entraîne une baisse de la rumination et donc accrue le risque de météorisation. La météorisation se caractérise par une distension abdominale très marquée puis par un syndrome d'asphyxie proportionnel à la distension (polypnée, orthopnée). Le risque est d'autant plus élevé si l'animal consomme des jeunes légumineuses qui produisent des saponosides. (1.123.)

Une baisse des taux est couramment observée lors de la mise à l'herbe. En effet, l'herbe jeune étant riche en glucides fermentescibles et pauvre en fibre, on se retrouve dans une situation d'acidose. Cela entraîne une baisse du taux butyreux. Le déficit énergétique (dû

à la baisse de matière sèche ingérée et à la composition de l'herbe) entraîne quant à lui une baisse du taux protéique. Les liens entre les variations des taux et l'alimentation sont détaillés en 3.2.5.

La figure 37 présente les différents mécanismes impliqués lors de la consommation d'herbe jeune.

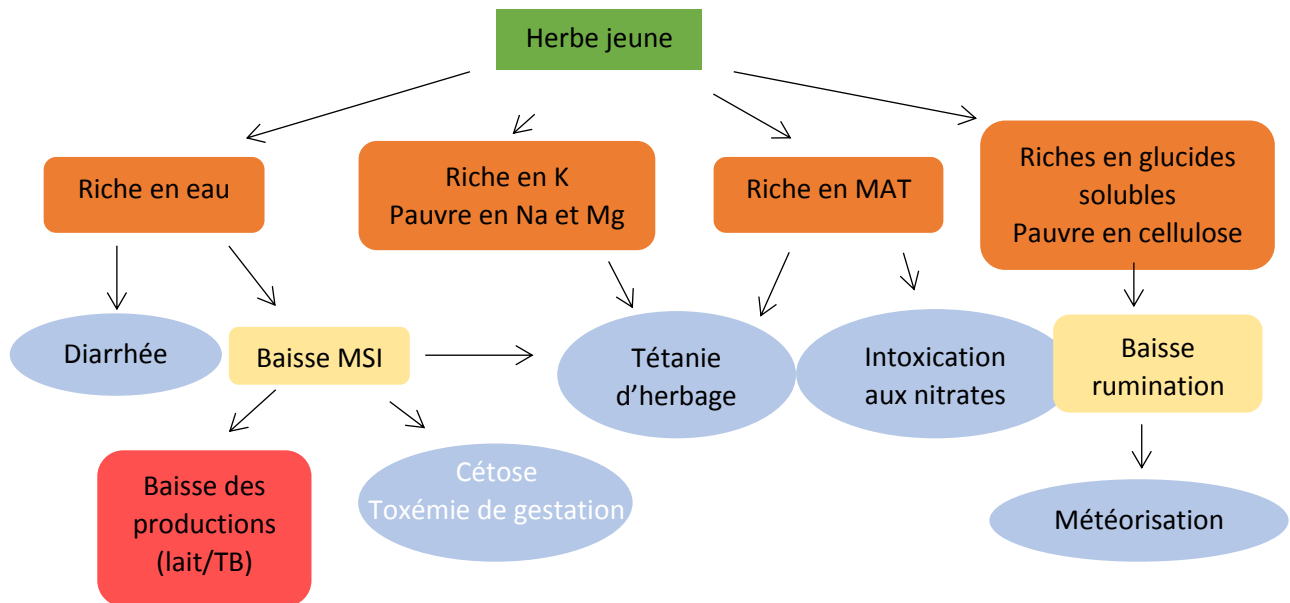


Figure 37 : Schéma des différents mécanismes impliqués lors de la consommation d'herbe jeune

### 3.1.6 Pâturage et consommation de plantes toxiques

Les plantes ont la capacité d'accumuler des substances chimiques toxiques pour les animaux. Leur toxicité peut se manifester sous différentes formes à savoir de simples irritations mineures, des baisses de performance mais parfois cela peut aller jusqu'à la mort. Dans cette partie, non exhaustive, nous aborderons les plantes les plus courantes pouvant empoisonner les animaux [90].




Les effets toxiques ne sont pas toujours présents. Une plante inoffensive à un stade ou dans un mode de conservation peut devenir, dans certains cas, mortelle. La toxicité est intrinsèque lorsque le toxique est produit par la plante elle-même. Elle peut aussi être extrinsèque, c'est-à-dire que le toxique n'est pas produit par la plante mais est présent dessus. C'est par exemple le cas des mycotoxines produites par des moisissures sur la plante (au champ ou lors de sa conservation) [91].




#### a. Alcaloïdes

Les alcaloïdes sont rencontrés dans 15 à 20% des plantes vasculaires. En général, le goût amer de cette substance limite leur consommation par les herbivores. Elles affectent le système nerveux central provoquant faiblesse musculaire, convulsions, incoordination des mouvements, cécité voire le coma puis la mort par arrêt respiratoire. On note aussi des irritations du système gastro-intestinal causant nausées, coliques, diarrhée.

Le tableau 8 regroupe toutes les plantes à alcaloïdes et leurs effets sur les animaux.

Tableau 8 : principales plantes alcaloïdes toxiques et leurs effets sur les animaux

Plantes	Symptômes
<b>Seneçon de jacob</b>  Source : <a href="https://fr.wikipedia.org/wiki/Jacobaea_vulgaris">https://fr.wikipedia.org/wiki/Jacobaea_vulgaris</a>	Hépatotoxique Toxique en fourrage vert et en sec Dose létale : 300g/jour pendant 50 jours Amaigrissement progressif, constipation, ictère, démarche chancelante, fatigue extrême puis mort Le lait des animaux atteints devient toxique
<b>Datura</b>  Source : <a href="https://fr.wikipedia.org/wiki/Datura">https://fr.wikipedia.org/wiki/Datura</a>	Neurotoxique Plante entière toxique, intoxication courante lors de consommation d'ensilage contaminé Dose toxique : 250 à 500g de feuilles Sécheresse de la bouche, soif intense, mydriase, nausée, dyspnée, atonie digestive, tremblements, prostration, mort
<b>Morelle noire</b>  Source : <a href="https://jardinage.ooreka.fr/plante/voir/756/morelle-noire">https://jardinage.ooreka.fr/plante/voir/756/morelle-noire</a>	Entérotoxique + neurotoxique (solanine) Plante entière toxique, en vert ou en fourrage Forme digestive : stomatite, salivation, vomissement, diarrhée, inrumination Forme nerveuse : abattement, prostration, incoordination motrice, convulsions, parésie des postérieurs Forme exanthématique : blépharo-conjonctivite, œdème et eczéma vésiculeux des extrémités Forme chronique (chez les jeunes) : anémie hémolytique, hématurie
<b>Colchique</b>  Source : <a href="https://fr.wikipedia.org/wiki/Colchique">https://fr.wikipedia.org/wiki/Colchique</a>	Entérotoxique + neurotoxique (colchicine) Plante entière toxique, en vert ou en sec Dose létale : 0,5 à 2,5 kg de feuilles Ptyalisme, colique, diarrhée, hyperthermie modérée, déshydratation rapide évoluant vers une paralysie sensitive et motrice, mort en quelques heures ou jours pour les cas graves par paralysie respiratoire Le lait devient toxique.
<b>Belladone</b>	Neurotoxique

 <p>Source : <a href="https://jardinage.lemonde.fr/dossier-1502-belladone.html">https://jardinage.lemonde.fr/dossier-1502-belladone.html</a></p>	<p>Toute la plante mais surtout les feuilles parallèles à la tige toxiques</p> <p>Doses létales : 120g de racines sèches pour les bovins</p> <p>Sécheresse de la bouche, soif intense, nausées, mydriase, tachycardie, dyspnée, atonie digestive, phase d'excitation puis tremblements évoluant vers le coma et la mort</p>
<p><b>Aconit napel</b></p>  <p>Source : <a href="https://www.legrainier.com/produit/aconit-napel-ou-casque-de-jupiter/">https://www.legrainier.com/produit/aconit-napel-ou-casque-de-jupiter/</a></p>	<p>Neurotoxique</p> <p>Racine particulièrement toxique</p> <p>Dose létale : 4 à 5 racines</p> <p>Excitation, mydriase, spasmes, incoordination motrice, arythmie, fibrillation ventriculaire, dyspnée, mort par asphyxie</p>
<p><b>Grande cigüe</b></p>  <p>Source : <a href="https://jardinage.lemonde.fr/dossier-1421-cigue-plante-toxique-dangereux-poison.html">https://jardinage.lemonde.fr/dossier-1421-cigue-plante-toxique-dangereux-poison.html</a></p>	<p>Neurotoxique (conine)</p> <p>Consommation plante en vert, toutes les parties aériennes de la plante</p> <p>Dose létale : 0,5 à 2% du poids vif</p> <p>Ptyalisme, mydriase, excitation transitoire puis apathie, ralentissement du pouls, dyspnée, paralysie ascendante des muscles striés, mort par paralysie respiratoire</p>

Un autre alcaloïde connu est la toxine de l'ergot, l'acide lysergique. Ce sont des moisissures du genre *Claviceps* qui les produisent. Il est surtout présent sur les épis des graminées en début de floraison. La toxinogénèse a lieu lors de printemps froids et humides suivis d'une sécheresse. La gravité de l'intoxication dépend des quantités ingérées. L'ergotoxine entraîne une vasoconstriction de vaisseaux. On peut donc observer une perte d'appétit, des douleurs abdominales jusqu'à une gangrène des extrémités (à cause de la constriction des vaisseaux qui crée une nécrose), des avortements voire la mort [92].

#### b.Plantes à nitrates

C'est en réalité un empoisonnement aux nitrites. En effet, les nitrates sont réduits en nitrites dans le rumen. Ils entraînent ensuite la formation de méthémoglobine qui rend les globules rouges incapables de libérer leur oxygène. Lors d'empoisonnement aigu, c'est 60 à 80% de l'hémoglobine de l'animal qui est touchée. On observe alors des tremblements, une instabilité, une respiration rapide puis la mort. Pour les formes plus chroniques, on observe une baisse des performances (croissance, production de lait, avortement). Les plantes présentes dans les prairies ne sont en général pas capables d'accumuler des quantités de nitrates entraînant une toxicité.

On en retrouve dans le colza, la betterave, la morelle noire, le sorgho, l'amarante réfléchie, le chénopode blanc [92].

### c. Plantes cyanogénétiques

Les glycosides sont produits naturellement par les plantes. Les glycosides cyanogéniques sont toxiques une fois hydrolysés car ils donnent de l'acide cyanhydrique qui perturbe le transfert d'oxygène au niveau des poumons. Cela donne des spasmes musculaires, une respiration rapide et difficile voire des convulsions. La mort survient en quelques minutes en général. Les teneurs les plus élevées sont retrouvées dans les plantes en début de croissance. Il faut que l'animal en ingère plus de 2kg pour présenter des symptômes. Le sol et les conditions climatiques jouent également sur les teneurs en glycosides.

On en retrouve dans le troscart des marais, le cerisier sauvage, le sorgho très jeune, le lotier, la vesce [92].

### d. Plantes à oxalates

Les oxalates libérés par les plantes peuvent se lier au calcium présent dans l'organisme. Des cristaux d'oxalate de calcium peuvent alors se former dans le tube digestif et/ou dans le sang. On peut avoir une forme aiguë à cause d'une inactivation de calcium sanguin créant un syndrome d'hypocalcémie ou bien une forme subaiguë avec des coliques néphrétiques par accumulation des cristaux dans le bassinet et une anorexie à cause des cristaux altérant la muqueuse digestive. Ces plantes sont aussi souvent capables d'accumuler des nitrates [92].

Parmi les plantes à oxalates, on retrouve le chénopode blanc dans sa tige, le rumex qui en contient en grande quantité. Il faut que l'animal en ingère en très grande quantité avant l'apparition de symptômes d'intoxication. Ce type d'intoxication est souvent rencontré lorsque les bovins sont affamés et en mangent de grande quantité sur une période courte.



Figure 38 : chénopode blanc à gauche, rumex à droite

Source : [https://www.jardindesauveterre.com/peel/achat/produit\\_details.php?id=7](https://www.jardindesauveterre.com/peel/achat/produit_details.php?id=7) ;  
<http://www.lanvallay.fr/plantes-meconnues/>

### e. Plantes à saponines



Les saponines sont des glucosides. Elles ont la capacité de produire de la mousse. Consommées en grande quantité, les saponosides engendrent une météorisation chez les ruminants. En effet, la mousse produite empêche une bonne éructation et le rumen se distend. Leur ingestion provoque aussi une perte d'appétit, des pertes de poids, des gastro entérites et de la diarrhée. Le trèfle violet et la luzerne en sont particulièrement riches [92].

#### f. Les œstrogènes

Les œstrogènes peuvent être présents naturellement dans les plantes (phyto oestrogènes) ou bien peuvent provenir de mycotoxines. On connaît les isoflavones, la zéaralénone (dans le maïs), les stérols et la génistéine chez les légumineuses (luzerne, trèfle blanc et trèfle souterrain). Chez les bovins, on observe une irrégularité des cycles, une baisse de la fertilité, nymphomanie, des prolapsus vaginaux et une chute de la production laitière. La génistéine est aussi capable d'induire des avortements et des hyperplasies mammaires. Chez les ovins, on a une diminution de la prolificité et de la fertilité, une activité ovarienne faible et une dilatation des glandes bulbo-urétrales chez le mâle [92].

#### g. Photosensibilisation

Certaines plantes accumulent des substances qui diminuent les capacités des animaux à résister à l'intensité lumineuse du soleil. On note alors de simples coups de soleil jusqu'à la formation d'ulcères voire la cécité.

Il existe deux types de photosensibilité. La photosensibilité primaire où les plantes libèrent directement les toxines qui rendent la peau sensible. Il existe aussi une photosensibilité secondaire. Les toxines attaquent le foie et il y a formation de phylloérythrine qui, lorsqu'elle circule jusqu'au derme, est activée par les rayons du soleil et fait apparaître les symptômes. Les lésions cutanées se manifestent au bout de 2 à 3 jours. On note d'abord de l'érythème au niveau du mufle et des naseaux, les yeux, la base des cornes, la mamelle puis sur toutes les zones dépigmentées.

Parmi les plantes causant des photosensibilisations primaires, on retrouve le millepertuis (produisant l'hypéricine), le sarrasin et le serpentaire (produisant de la fagopyrine). Les plantes responsables de photosensibilisation secondaire sont la luzerne, la vesce, le trèfle blanc, le sorgho sudan grass. Les symptômes apparaissent au bout de l'ingestion de 5% du poids vif de l'animal [92].



Figure 39 : jeune bovin atteint de photosensibilisation  
 Source : <http://vetosaulniers.fr/fr/article/photosensibilisation-chez-les-bovins>

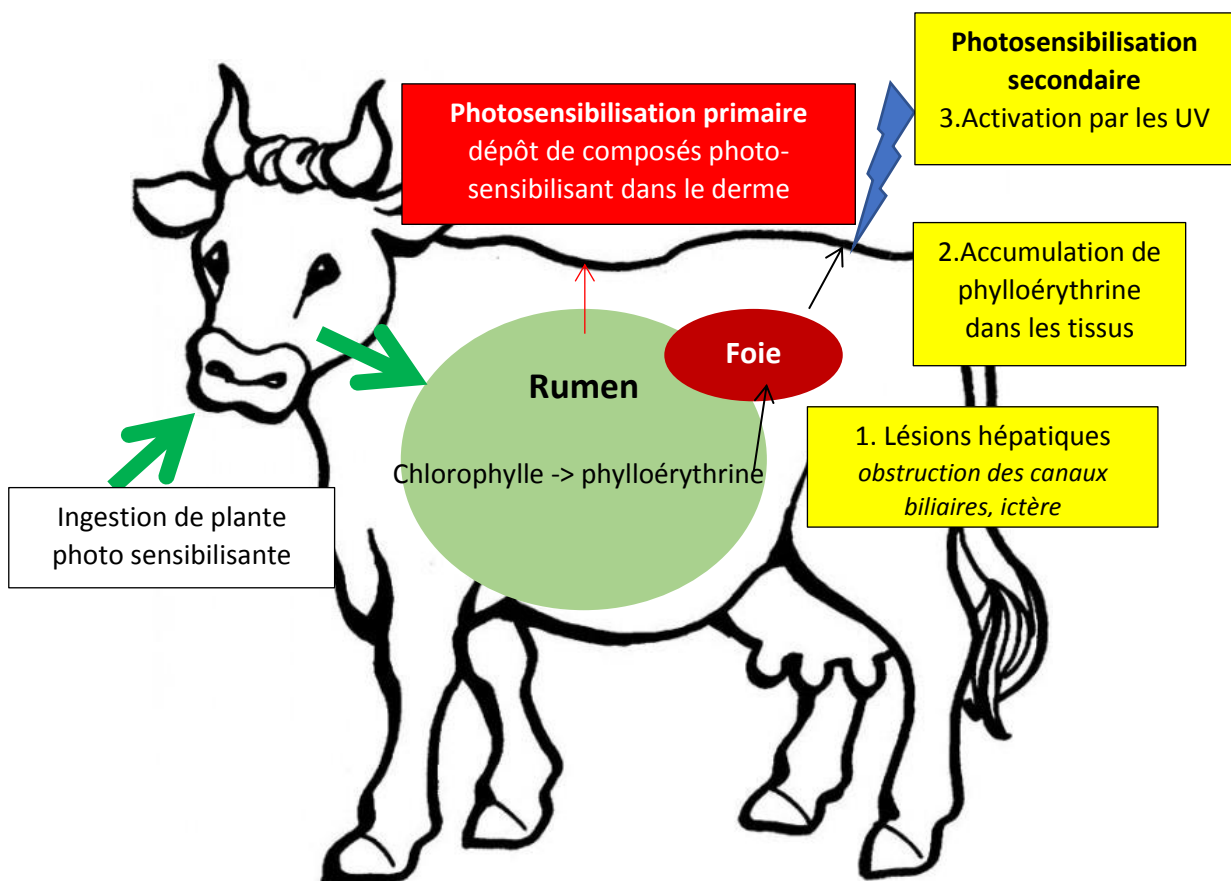


Figure 40 : schéma des mécanismes de photosensibilisation primaire et secondaire



#### h. Autres composés toxiques

Les glucosinolates sont des composés toxiques qu'on retrouve souvent chez les crucifères comme le colza, le chou ou la moutarde. Lors de consommation très importante, les glucosinolates, transformés en thiocyanates interagissent avec les iodures. Privée d'iode, la glande thyroïdienne s'hypertrophie et ne fonctionne plus correctement. On a alors un animal hypothyroïdien.

La fougère grand aigle est aussi un toxique couramment rencontré dans nos prairies. Elle entraîne des troubles de l'hématopoïèse. C'est une intoxication d'accumulation de thiaminase (anti-vitamine B1). On a alors un arrêt de la production des éléments figurés du sang et une aplasie de la moelle osseuse. L'animal perd du sérum par tous les tissus et les pores de la peau : ce sont les sueurs de sang. Une hyperthermie est parfois associée.

La coumarine est présente dans le trèfle ou le mélilot. Elle devient toxique lorsque les conditions de récolte sont mauvaises car des moisissures prolifèrent et produisent de la dicoumarine. La dicoumarine est un puissant anticoagulant entraînant des hémorragies internes mortelles [92].

Certaines plantes, sans être toxiques, blessent physiquement les animaux dans leur bouche ou œsophage. C'est par exemple le cas des chardons qui, de par leur action traumatique, peuvent provoquer l'actinomyose (granulome maxillaire (localisation préférentielle) contenant un pus jaunâtre, beaucoup de tissus cicatriciels et des grains actinomycosiques). De même, la renoncule libère des renonculosides entraînant une inflammation buccale associée à une hypersalivation ainsi que des coliques. Les animaux peuvent aussi contracter des épillets au pâturage. S'il pénètre dans les yeux, il peut blesser la cornée et créer un ulcère. Il peut aussi irriter les voies respiratoires s'il pénètre dans le nez [90].

#### 3.1.7 Consommation de plantes à tanins

Les tanins sont des composés d'origine végétale de la famille des polyphénols. Ce sont des constituants des parois végétales. Ils ont un rôle dans la défense chimique contre les pathogènes et les herbivores. C'est pourquoi on les retrouve principalement dans les écorces et les racines. Il y a une très grande diversité de tanins. Les polyphénols ont la particularité de se fixer aux protéines [93,94].

On distingue deux types de tanins : les hydrolysables (toxiques, ceux retrouvés dans les glands) et les condensés ne passant pas la barrière intestinale. Ils sont connus pour leurs propriétés anti nutritives avec leur association avec des protéines ou d'autres polymères. Ils peuvent aussi altérer le processus digestif en se complexant avec des enzymes sécrétées et des protéines endogènes. Différentes études semblent montrer que les tanins diminuent la

dégradation des protéines en se liant à elles dans le rumen sans réduire les apports pour la population microbienne. On diminue aussi le risque de météorisation. On parle de protéine by pass [95].

Il faut cependant trouver le bon équilibre car entre 20 et 45g de tannins condensés par kg MS, on observe une diminution de la dégradation des protéines du rumen mais au-delà de 55g /kgMS, on note une diminution de la prise alimentaire et la digestibilité. On a aussi noté un effet anti parasitaire. Les tanins seraient capables de se lier à la cuticule des strongles adultes et de leurs larves L3 entraînant leur durcissement et gênant leur installation. Ainsi, ils amélioreraient la résilience de l'animal, diminueraient les diarrhées et les anémies. Dans des infestations expérimentales, les animaux pâturant des prairies riches en tanins excréteraient moins d'œufs et seraient moins infestés.

Les tanins sont présents dans les plantes ligneuses tel que le sulla, le lotier pédiculé, le lotier corniculé, le sainfoin, le plantain et la chicorée. Ce sont des composants polyphénolés présents naturellement dans les plantes [96,97].

### ■ Conséquence d'une mauvaise gestion de l'herbe

Lors d'un chargement trop faible, il arrive parfois d'être dépassé par la pousse d'herbe et mettre à disposition une herbe ayant dépassé le stade optimal de pâturage. Or, comme on peut le voir sur le schéma ci-dessous, passer le stade début épiaison, l'herbe perd très nettement en valeur nutritive, que ce soit en énergie ou en protéine. D'autre part, il y a beaucoup de pertes car les animaux gaspillent plus. On a alors un risque d'apparition de pathologies type cétose, toxémie de fin de gestation pour les animaux ayant les plus forts besoins [98].

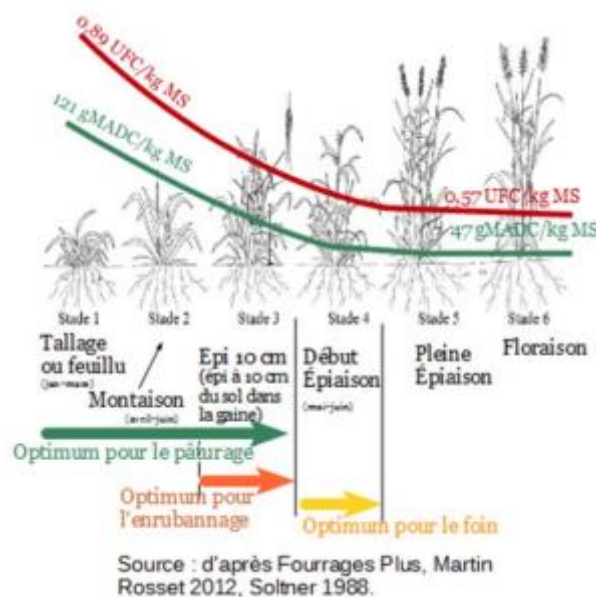


Figure 41 : Evolution de la composition de l'herbe au cours de sa croissance

Lors d'un chargement trop élevé, c'est au contraire le surpâturage qui peut apparaître. Le surpâturage n'est pas recommandé. En effet, les animaux vont consommer les plantes très ras, proche du collet. Or, c'est dans cette partie que les réserves nourricières nécessaires à la repousse de la plante sont présentes. On va alors perdre en diversité florale. D'autre part, on accroît le risque de parasitisme. Le surpâturage se détecte lorsque les plantes à rosette (pâquerette, porcelle, pissenlit) et les adventices apparaissent. On distingue différents types de surpâturage : le surpâturage d'été dû à la sécheresse et au manque de croissance des végétaux ; le surpâturage d'automne où les plantes manquent de réserves pour redémarrer la pousse ; le surpâturage en conditions humides où les animaux piétinent le sol et détériorent le couvert végétal. Les plantes à port dressé, les plus faciles d'accès pour les animaux sont souvent les plus sensibles au surpâturage. Les conséquences du surpâturage pour les plantes sont un temps de repousse qui augmente à cause d'une diminution de la surface foliaire. La productivité de la prairie baisse. Elle devient plus sensible aux aléas climatiques car l'enracinement est souvent plus superficiel. Pour les animaux, on observe une baisse de l'ingestion entraînant un amaigrissement et une baisse des performances. D'autre part, on accroît le risque d'infestation parasitaire. Finalement, c'est la pérennité de la prairie qui en pâti car la couverture végétale est limitée. On perd de la productivité de la prairie [99].

## Carences en minéraux et oligoéléments

### ○ Les minéraux

Les minéraux majeurs (Ca, P, Mg) doivent être présents dans la nutrition animale entre un centième et un millième. Le calcium, phosphore et magnésium sont essentiels au bon fonctionnement de l'organisme. Ils assurent la rigidité du squelette, l'influx nerveux, l'excitabilité neuromusculaire, jouent un rôle dans le fonctionnement enzymatique ainsi que dans le maintien de la pression osmotique. Ces trois minéraux sont étroitement liés. Des carences sont souvent observées en système extensif, avec des prairies pauvres et des animaux en croissance. Les signes de carence apparaissent souvent après une longue période de carence [100].

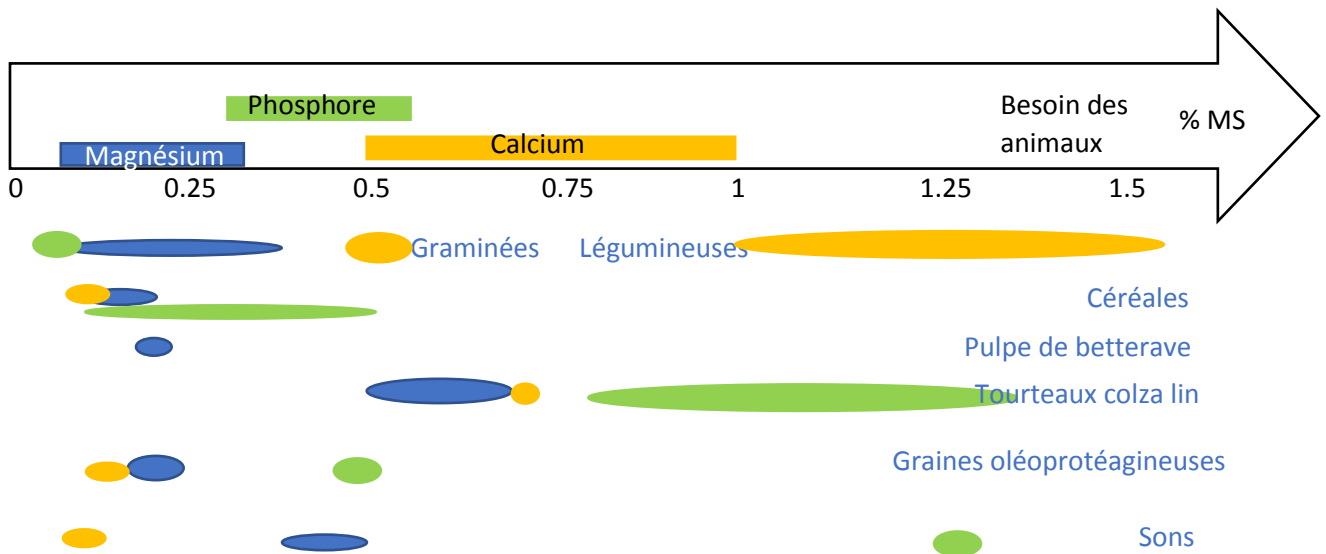


Figure 42 : Schéma des besoins des animaux en Calcium, phosphore et magnésium et les apports dans l'alimentation

#### ○ Les oligoéléments

Les oligoéléments sont des minéraux indispensables présents en très faible quantité dans l'organisme mais ayant un rôle essentiel dans le métabolisme énergétique, protéique, en protégeant l'organisme de l'oxydation, en étant cofacteurs des enzymes, des vitamines et des hormones, en transportant de l'oxygène. Chez les bovins, on s'intéresse essentiellement au fer, zinc, cuivre, manganèse, iode, sélénium, cobalt dont on connaît leur rôle dans le bon fonctionnement de l'organisme. Les carences entraînent des troubles plus ou moins importants et faciles à mettre en évidence en fonction de leur ampleur et de leur association.. En outre, un manque en oligoéléments engendre une baisse de l'efficacité des voies métaboliques et donc une altération de l'état général et des performances de production. Ils sont pour la plupart stockés dans le foie.

Il faut savoir qu'un bovin allaitant sur deux est carencé en sélénium et en iode. On est le plus souvent confronté à des phénomènes de subcarences qui évoluent à bas bruit mais affectent les performances des animaux. Les carences peuvent être primaires par un déficit d'apport dans l'alimentation ou secondaires par interaction avec une autre substance dont les autres minéraux. La source principale d'oligoéléments pour les animaux est la plante qu'ils vont consommer. Les besoins en oligoéléments varient en fonction du stade physiologique de l'animal, de sa productivité, de son état de santé (une inflammation consomme des oligoéléments). Leur teneur varie beaucoup en fonction de la vitesse de croissance, de l'amendement et de la roche mère. Certains éléments peuvent interagir entre eux et modifier leur absorption par les plantes. Les sols sableux sont souvent pauvres car déjà lessivés. Le pH du sol joue aussi sur leur disponibilité. Un sol bien aéré, riche en lombrics, est plus riche car ils

font remonter les éléments intéressants du sol. Les légumineuses et les plantes à fleur sont globalement plus riches en oligoéléments que les graminées, en particulier les ray grass. Pour l'iode, la teneur du sol dépend de l'évaporation de l'eau de mer et sa retombée en eau de pluie. Ainsi, plus on est proche du littoral, moins on a de chances d'avoir un sol carencé en iode. En revanche, les régions montagneuses continentales sont souvent carencées [101].

Le tableau suivant récapitule les principaux symptômes lors de carence en oligoéléments.

Tableau 9 : Carence en oligoéléments et symptômes

Oligoéléments	Besoins (ppmMS)	Symptômes
<b>Cuivre</b>	10	Baisse d'appétit donc baisse des productions Poil terne, retard de croissance Anémie plus ou moins prononcée, troubles cardiovasculaires Carence qui peut être induite par excès de molybdène
<b>Zinc</b>	30	Perte d'appétit, amaigrissement Signes cutanés assez spécifiques : parakératose, alopecie autour des yeux et du mufle
<b>Cobalt</b>	0,1	Sert à la production de vitamine B12 dans le rumen Croissance disharmonieuse, anémie normochrome, poil piqué
<b>Sélénium</b>	0,1	Jeunes : myopathie, dyspnée, raide, membres qui deviennent rigides, muscles blancs Adultes : rétention placentaire, défaut d'involution utérine, baisse d'immunité
<b>Iode</b>	0,5	Goitre, animaux boulimiques, détresse respiratoire, hypothermie, défaut de croissance, dermatites, avortements
<b>Manganèse</b>	40	Arques, bourleture, élargissement des cartilages de croissance et de l'oreille : oreille interne impactée : démarche étrange de l'animal avec perte d'équilibre Défaut de synthèse des hormones stéroïdiennes : troubles de la fertilité et du métabolisme Attention aux régions calcaires car le calcium interfère avec le manganèse
<b>Fer</b>	50	Anémie normochrome, fatigabilité des animaux

- Vitamines

Il existe 13 vitamines. Le tableau 10 décrit le mode d'action des vitamines les plus importantes et leurs principales sources.

Tableau 10 : Fonctions biologiques et sources des principales vitamines

Vitamines	Fonctions biologiques	Sources naturelles
<b>A ( rétinol, carotène)</b>	Vision, immunité, reproduction	Fourrages verts
<b>B1, B2, B3, B4, B5, B6</b>	Métabolisme des sucres, acides aminés, acides gras	Aliments (coproduits de céréales riches en B1), synthèse par les bactéries du rumen
<b>C</b>	Antioxydant majeur, hydrophile, cofacteur enzymatique	Aliments, synthèse par le foie
<b>D2 , D3</b>	Homéostasie phospho-calcique, minéralisation osseuse, contraction musculaire, conduction nerveuse	Foin, photosynthèse au niveau de la peau
<b>E</b>	Antioxydant liposoluble majeur (protège les membranes cellulaires)	Aliments : fourrages verts et oléo protéagineux
<b>K1, K2</b>	Coagulation , régulation des cycles cellulaires	Aliments (fourrages principalement) , synthèse par les bactéries du rumen

Les carences en vitamines B sont objectivées par des troubles généraux de par leur rôle essentiel dans le métabolisme. Chez les ruminants, on peut observer une nécrose du cortex cérébral et des symptômes nerveux et locomoteurs lors de carence en vitamine B1 associée à une acidose ruminale. Les carences en vitamines B2 se traduisent par des dermatites et des alopecies autour des yeux et du mufle. La vitamine B6 entrant dans la synthèse de l'hème, sa carence entraîne une anémie hypochrome. Les carences en vitamine C entraînent un amaigrissement marqué et une hypertrophie des articulations. Les carences en vitamines D3 sont à l'origine de rachitisme et d'une augmentation de la surface des cartilages de croissance. Chez l'adulte, on note une décalcification du squelette [101].

Ces carences sont très peu probables lorsque les animaux pâturent. L'herbe et le fait d'être en extérieur permettent même de couvrir les besoins des animaux pour les vitamines A, D, E.

Pour conclure, la complémentation des animaux au pâturage nécessaire pour ne pas dire obligatoire pour couvrir les besoins des animaux en oligoéléments. Les besoins en vitamine sont couverts, on peut donc se passer d'une supplémentation. Pour les minéraux essentiels tel que le calcium et le phosphore, l'apport est à moduler en fonction de la part de légumineuses dans la prairie ainsi que du stade physiologie de l'herbe. En effet, les légumineuses sont très riches en calcium contrairement aux graminées.

Un des risques lié au pâturage est le parasitisme. En effet, certains parasites ne se contractent qu'au pâturage de par leur cycle ou leur condition de vie. Il convient de toujours rester vigilant face au parasitisme. Dans cette partie, nous présenterons les différents parasites présents au pâturage sans détailler leur cycle et leurs particularités.

#### a. Parasites internes

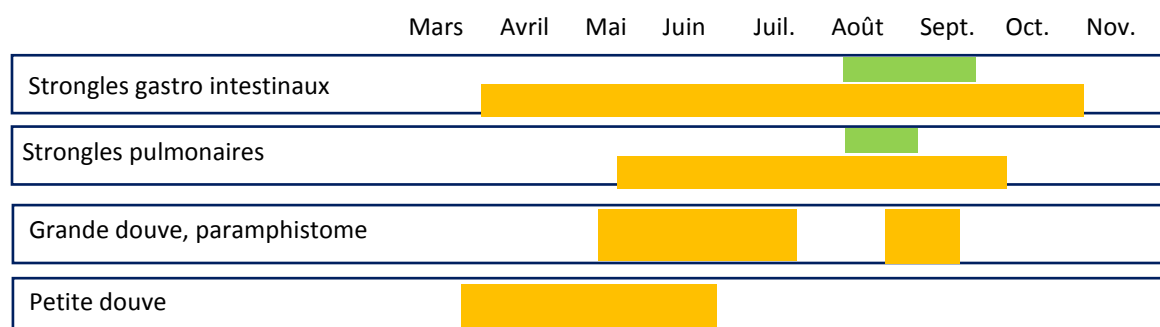


Figure 43 : Schéma des périodes d'infestation (en orange) et de pic larvaire (en vert) sur les parcelles [92]

#### 1) Strongles digestifs

Différents strongles digestifs parasitent les bovins : *Ostertagia ostertagi* qui colonise la paroi et la lumière de la caillette, *Cooperia oncophora* pour l'intestin grêle et *Oesophagostomum radiatum* qui parasite le gros intestin.

Pour les ovins, on retrouve principalement *Haemonchus contortus* et *Taladorsagia circumcincta* qui parasitent la caillette et *Trichostrongylus colubriformis* pour l'intestin grêle. Ils sont contractés uniquement au pâturage. Les animaux ingèrent les larves L3 présentes sur la pâture. Les sécheresses sont très défavorables aux larves alors que l'humidité leur permet une longue survie. La décontamination des pâtures l'hiver est très faible sauf si l'on a une alternance gel/dégel très rapide. Les larves trans-saisonnières entretiennent la présence du parasite sur les pâtures en survivant 1 à 2 mois. Ce sont souvent des espèces très prolifiques qui pondent jusqu'à 15 000 œufs par jour et par femelle pour *Haemonchus*. Dans les conditions idéales, les œufs éclosent en 5 à 7 jours. [103]

Cliniquement, on observe de la diarrhée à cause de l'hypermotricité digestive générée par les parasites et des lésions de la muqueuse qui entraînent une malabsorption. On a aussi un œdème de l'auge, un poil piqué. Pour les formes sévères, on note une émaciation rapide, une déshydratation et une anémie par spoliation sanguine.

A la coproscopie, on estime qu'à partir de 500 œufs par gramme, il faut envisager un traitement (sélectif ou du troupeau). En terme de traitement anthelminthique, les benzimidazoles et les endotectocides sont larvicides et adulticides, les imidazoles agissent uniquement sur les adultes, les salicyoanilides uniquement sur les parasites hématophages.



## 2) Strongles respiratoires

Chez les bovins, l'espèce majoritairement retrouvée est *Dictyocaulus viviparus*. Tout comme les strongles digestifs, les animaux s'infestent au pâturage en ingérant les larves qui éclosent en 4 à 21 jours. Les adultes se développent dans la trachée et l'irritent. Les larves L1 sont excrétées, traversent les alvéoles ce qui entraîne une toux sèche et quinteuse, très forte, des difficultés respiratoires pouvant aller jusqu'à l'œdème aigu du poumon dans les cas extrêmes. On retrouve chez les animaux immunisés un syndrome asthmatiforme avec de l'hyperthermie et une chute des productions.

Chez les petits ruminants, on retrouve *Protostrongylus rufescens* et *Muelleris capillaris* avec des syndromes respiratoires et des retards de croissance chez l'agneau. La prévention par la rotation des pâturages est plus efficace que sur les strongles gastro intestinaux car les larves sont beaucoup moins résistantes. [103]



Figure 44 : Dictyocaulus dans les bronches

## 3) Grande douve

Appelée aussi fasciolose, les animaux s'infestent en ingérant un petit mollusque, la limnée. Les larves migrent jusqu'au foie où elles deviennent adultes et pondent des œufs. Les larves sont histophages tandis que les adultes sont hématophages. Leur infestation entraîne de nombreuses lésions tissulaires et une forte réaction immunitaire. Le cycle du parasite est relativement long : 2 mois pour la phase exogène, 10 à 12 semaines pour la phase interne.

Les symptômes se manifestent sous forme chronique pour les bovins avec une anémie, un abattement, un poil piqué, un arrêt de croissance, de la diarrhée.

Chez les ovins, on distingue différentes formes. La forme suraiguë à l'automne avec une ingestion massive de larves qui cause une anémie hémorragique aiguë, un fort affaiblissement, une tachypnée, dyspnée, des muqueuses pâles, une forte douleur abdominale avec une mort en 1 à 2 jours. La forme chronique, plus courante, se caractérise par des animaux amaigris lors de la phase prépatente, une anémie associée à une baisse de l'état général, des pertes de laine, un œdème progressif lors de la phase d'état, une cachexie et une diarrhée tardive évoluant vers la mort lors de la phase finale.

Le diagnostic par coproscopie est très spécifique puisque si l'on trouve un seul œuf, on considère que l'exploitation est infestée et qu'il faut traiter. La sérologie existe. Les anticorps

persistent longtemps donc on sait simplement que la vache est ou a été infestée. Les traitements à disposition sont les benzimidazolés, le closantel, le nitroxil qui sont adulticides et larvicides et l'oxyclozanide, le clorsulon, l'albendazole et le nétopimide qui sont adulticides seuls. [103]

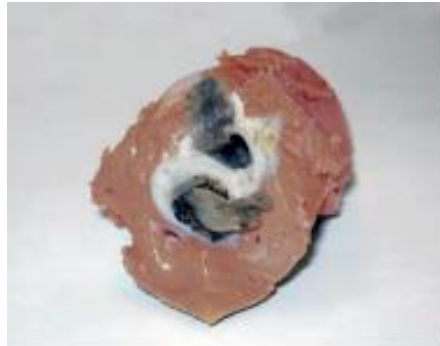


Figure 45 : Grande douve dans les canaux biliaires

#### 4) Petite douve

La petite douve du foie dite microcoeliose est contractée au pâturage à la belle saison en ingérant des fourmis contaminées. L'expression clinique a surtout lieu en automne/hiver car c'est une maladie d'accumulation. Ils causent des hépatites nécrosantes fulgurantes chez les ovins de forme aiguë, sinon la forme la plus couramment rencontrée est la forme chronique causant un amaigrissement, un poil terne, piqué, une asthénie, une anémie modérée et tardive ainsi qu'une hypoalbuminémie.

La coproscopie est plus compliquée car les œufs sont lourds et flottent peu ; la ponte est irrégulière et faible. Donc dès que l'on trouve un œuf, on décide de traiter l'animal. Le traitement se fait à l'albendazole ou nétopimide à fortes doses. [103]

#### 5) Paramphistome

Les paramphistomes adultes se fixent dans les préestomacs grâce à leur ventouse et se nourrissent du contenu digestif. La contamination se fait surtout à l'automne dans les zones humides en mangeant le limnée. On distingue la forme aiguë due à la migration des larves dans la muqueuse duodénale pour remonter vers les préestomacs. On a alors un animal apathique, une anorexie, une polydipsie importante et une diarrhée fétide brune verdâtre. La forme chronique, la plus souvent rencontrée, est souvent asymptomatique mais peut se manifester par une rumino réticulite chronique avec des atonies du rumen, des météorisations intermittentes et un ramollissement des fèces. Seule, l'oxyclozanide est efficace contre ce parasite. [103]



Figure 46 : Paramphistome dans la panse

## b. Parasites externes

### 1) Les tiques

Les tiques sont vectrices de différentes parasitoses comme la piroplasmose des bovins (*Babesia divergens*), d'anaplasmose (*Anaplasma phagocytophilum*, *Anaplasma marginale*). Elles ont aussi un rôle pathogène direct en ayant des actions spoliatrices, mécaniques et irritatives, favorisant le développement de plaies, de bactéries et de myiases toxiques (toxines neurotropes salivaires). La plus courante est *Ixodes ricinus*, vectrice de 99% des maladies transmises par les tiques chez les bovins.

La lutte chimique contre les tiques se fait à l'aide de l'amtiaz ou de phénylpyrazolés. Il existe d'autres moyens comme la lutte biologique en détruisant leur habitat avec l'écobuage par exemple, l'utilisation de prédateurs et d'hyménoptères hyperparasitaires [104].

- Piroplasmose

La piroplasmose ou babébiose bovine est causée par *Babesia divergens* transmise par la salive d'*Ixodes ricinus*. Les bovins de moins de 10 mois sont réceptifs mais non sensibles et sont donc capables de bâtir une immunité protectrice. La forme aiguë est la forme la plus typique : après une incubation de 8 à 10 jours, on observe un syndrome fébrile, une chute de la production de lait, un syndrome hémolytique avec des muqueuses pâles dues à l'anémie et des urines foncées et mousseuses ainsi qu'une diarrhée en corde assez typique due à une contraction des muscles sphincters de l'anus.

Le traitement se fait à l'aide d'imidocarbe à 1mL/100kg en intra musculaire, la dose pouvant aller jusqu'à 3mL/100kg. Pour la prévention, deux stratégies sont possibles : à savoir l'évitement en traitant ses animaux contre les tiques et en utilisant la chimio prévention ou

bien la stratégie de la confrontation où l'on met les animaux jeunes dans des prés à tiques pour qu'ils acquièrent une immunité et en ayant une situation endémique stable [104].

- L'anaplasmose

Aussi appelée « fièvre des pâtures », « maladie des gros pâtureurs », l'anaplasmose est transmise par la salive d'*Ixodes ricinus*. *Anaplasma phagocytophilum* est une rickettsie (bactérie intracellulaire stricte) que l'on retrouve dans les polynucléaires neutrophiles. C'est une bactérie très peu spécifique puisqu'elle infeste aussi bien les bovins que les moutons, les chèvres, les chevaux, ânes, chiens, chats et l'homme. Les réservoirs de cette bactérie sont les micromammifères sauvages (rongeurs) et les ruminants sauvages (chevreuil, cerf...) L'infection se passe uniquement au pâturage. La bactériémie est maximale 10 jours après infection puis elle diminue rapidement.

La forme aiguë est la seule observable en pratique. Elle évolue sur 5 à 10 jours, uniquement sur des animaux qui sont au pâturage. On a alors une hyperthermie brutale et très forte (41-42°C), une chute brutale de la production laitière et un syndrome grippal avec une toux sèche puis grasse et très productive, une polypnée, une asthénie et des troubles de la locomotion avec un œdème des pâtureurs.

Le traitement se fait à l'aide d'oxytétracycline à 10mg/kg/j pendant 3 jours [104].

## 2) Mouches et insectes

- Les simuliés :

Ces insectes ont une piqûre venimeuse qui entraîne une inflammation persistante au niveau de la zone de la piqûre. La toxine contenue dans la salive peut modifier la perméabilité capillaire et ainsi provoquer des œdèmes, des hémorragies et des croûtes avec du prurit.

Les zones préférentielles de piqûres sont les zones où la peau est fine (oreilles, aine, mamelle, scrotum, fourreau). On retrouve à l'intérieur des oreilles des simulies si les oreilles sont poilues, mais aussi des lésions cireuses blanchâtres, des papules et des croûtes sanguinolentes.

- Les tabanidés : 3 genres principaux : *Tabanus*, *Haematopota*, *Chrysops*

Ils sont actifs à la belle saison et sont diurnes exophiles. Les femelles hématophages sont surtout actives pendant les heures chaudes de la journée, et leur piqûre est très douloureuse. On les retrouve principalement en zone rurale, dans les bois, les pâturages, en montagne, et près de points d'eau. Ce sont des insectes très agressifs au vol bruyant qui stressent les animaux.

Ils ont un rôle pathogène direct : piqûre très douloureuse, vol très agressif et bruyant, spoliation sanguine lors de la piqûre entraînant des pertes économiques (animaux agglutinés pour se protéger, mauvaise exploitation des pâtures). Ils ont aussi un rôle pathogène indirect en étant vecteurs de virus, bactéries (*Anaplasma marginale*, charbon bactérien, tularémie), protozoaires (*Trypanosoma theileri*, *Besnoitia besnoiti*, *Trypanosoma evansi*) et d'helminthes.

- Les muscides

Les stomoxynés sont des mouches piqueuses hématophages. Elles ont pour la plupart un rôle pathogène direct de par leur piqûre douloureuse, la spoliation sanguine et les lésions cutanées qu'elles engendrent. Elles peuvent aussi être vectrices de protozoaires tels que *Besnoitia besnoiti* ou *Trypanosoma sp(stomoxys calcitrans)*, la parafilariose (*Haematobia irritans*, *Haematobia stimulans*).

On compte parmi les muscinés *Musca autumnalis*, la mouche de la face et *Musca domestica*, la mouche domestique. Comme les autres, elles ont un rôle pathogène direct et un rôle pathogène indirect en étant vectrices de la parafilariose, de kératoconjunctivites infectieuses bovines en transmettant une bactérie *Moraxella bovis* [104].



Figure 47 : Kérato-conjonctivite infectieuse bovine

Source : <http://vetosaulniers.fr/fr/article/kerato-conjonctivite-infectieuse-bovine>

## ■ c. Gestion du risque

### 1) Faire le point sur le niveau d'infestation du troupeau

Pour bien maîtriser le parasitisme sur son exploitation, il est important de connaître le niveau d'infestation de son troupeau. L'outil couramment utilisé est la coproscopie. Pour les strongles digestifs, la coproscopie est un bon indicateur à la saison estivale. En revanche, à l'automne, il y a peu d'adultes donc peu de ponte donc peu d'œufs dans les bouses alors que la paroi de la caillette est envahie de larves en dormance. C'est pourquoi il est plus intéressant de doser les pepsinogènes sanguins. Il est par exemple intéressant de contrôler quelques jeunes en fin de saison de pâture pour évaluer leur statut et indirectement les pratiques zootechniques faites sur l'exploitation [103].

Le tableau ci-dessous montre les résultats obtenus par coproscopie pour les différents parasites internes et le niveau d'infestation auquel il est souhaitable de traiter :

Tableau 11 : Grille d'interprétation des résultats de coprologie

	<b><u>INFESTATION</u></b>			
	<b>Légère</b> +	<b>Moyenne</b> ++	<b>Importante</b> +++	<b>Très importante</b> ++++
<b>STRONGLES DIGESTIFS</b>				
Œufs de :	15 à 50	50 à 100	100 à 200	> à 200
- Nématodirus				
- Autres Strongles				
Œufs d' Oestertagia, Strongyloides, Haemonchus...	50	50 à 1000	500 à 2000	> à 2000
<b>STRONGLES PULMONAIRES</b> ( larves )	<b>LA SEULE PRESENCE MERITE L'ATTENTION</b>			
<b>COCCIDIES ( ookystes )</b>	1000 à 10000	10000 à 50000	50000 à 200000	> à 200000
<b>TREMATODES</b>	<b>LA SEULE PRESENCE MERITE L'ATTENTION</b>			
Grande Douve (œufs)				
Paramphistome (œufs)				
Petite Douve (œufs)				
<b>TAENIA</b>	<b>LA SEULE PRESENCE MERITE L'ATTENTION</b>			
Moniezia ( œufs, anneaux )				

## 2) Développer l'immunité

Il est important de bien développer l'immunité des jeunes bovins lors de leur première saison de pâturage. En effet, à ce moment, 90% des larves ingérées parviennent à pénétrer la paroi de la caillette mais seulement 1% y arrivent 8 mois plus tard grâce à l'immunité mise en place. Il faut donc trouver le bon compromis entre la mise en place de l'immunité et une infestation massive. C'est pourquoi il est préférable de mettre les jeunes sur des parcelles légèrement infestées (pâturées par des vaches par exemple) où les rotations sont assez courtes pour éviter le contact lors d'importantes éclosions de larves infestantes. Il a été démontré que les bovins présentent une immunité pour les strongles digestifs.

En revanche, il faut faire attention. Des parcelles inondées l'hiver peuvent être fortement assainies car les larves sont mortes ou ont été lessivées. Il faut donc les éviter pour les jeunes qui doivent être au contact du parasite pour développer l'immunité. De même, les larves infestantes d'automne sont décimées au mois de juin. Dans ce cas, les jeunes bovins qui pâturent en juin ne seront pas en contact avec ce type de pâtures s'il n'y a pas eu d'autres bovins auparavant. [105]

### 3) Contenir l'infestation

Il est important de ne pas mettre les jeunes dans des parcelles très contaminées, notamment sur les parcelles auprès des bâtiments de l'exploitation où toutes sortes d'animaux transitent sur ces terres.

Une technique pour décontaminer ces parcelles fréquentées par les jeunes est d'y mettre en fin de saison des bovins immunisés. Il est important de faire tourner les jeunes naïfs sur 3 parcelles différentes lors de la saison de pâture pour éviter d'arriver à des niveaux d'infestation faibles. Il est intéressant de mélanger sur une même parcelle des jeunes et des bovins immunisés qui diminueront la pression d'infestation pour les plus jeunes. Par contre, ne jamais ajouter dans un lot des bovins naïfs en cours de saison de pâture. Avec toutes ces techniques, on maintient l'infestation des naïfs à un niveau tolérable. Il est important de bien gérer les densités au pâturage pour limiter le surpâturage où les bêtes pâturent ras, et où, l'herbe verte qui dure le plus longtemps, est souvent proche des coins humides les plus infestés [105].

### 4) Vermifugation raisonnée

Il est important d'avoir des traitements parasitaires pertinents car la plupart sont souvent inutiles, mal ciblés, insuffisants ou mis en œuvre au mauvais moment. Bien raisonner son traitement a d'abord un impact économique car les antiparasitaires sont coûteux. Ensuite, cela permet de développer l'immunité des animaux et limiter l'apparition de résistances [106].

Suivant les résultats et les espèces de parasites concernées, il est conseillé de traiter :

- Pour les strongles (recherche à réaliser à la rentrée d'automne sur les jeunes)
  - Inutile de traiter si l'on a moins de 50 opg ou bien si le pepsinogène est dosé à moins de 2000mUT
  - Traiter les animaux les moins beaux si l'on a entre 500 et 2000 opg ou 2000 et 3000mUT
  - Traiter tout le lot si l'on a plus de 2000 opg ou plus 3000mUT
- Pour la douve (analyse à réaliser sur plusieurs animaux)
  - 30% des animaux sont positifs : peu d'animaux souffrent de l'infestation, traiter les plus maigres.
  - 80% de positif : infestation sérieuse, traiter tout le lot
- Paramphistome
  - Traiter tout le lot si 2 coprologies sur 5 se révèlent positives

### 5) Sélection d'animaux résistants

Il semblerait que certains moutons soient plus résistants que d'autres au parasitisme. On a notamment remarqué qu'utiliser des animaux résistants baisse la pression d'infection et les quantités d'œufs émises dans les pâtures [107]. Ainsi, un des axes possibles pour lutter contre le parasitisme est de sélection des béliers résistants pour la reproduction car tester tout un troupeau est inconcevable. En effet, en ayant un père résistant, les produits excrètent entre 29 et 61 % de moins d'œufs [108].

L'apparition de résistance envers l'hôte est peu probable car l'évolution du parasite est plus lente par rapport à celle de l'hôte.

D'autres méthodes sont à l'étude. Une vaccination contre *Haemonchus contortus* semble prometteuse. Une alimentation riche en protéines potentialise l'immunité et aide à lutter contre les parasites de même que les tanins évoqués précédemment.

## 11 Indicateurs de déséquilibre de la ration

Un vieux dicton dit : « Nourrir, cela se fait avec les yeux ». En effet, aucune ration calculée ne correspondra exactement aux besoins des animaux. C'est pourquoi il faut se fier à ses animaux. Il est important de surveiller certains indicateurs. Ces indicateurs sont valables pour n'importe quelle pratique alimentaire présentée précédemment et sont des repères pour la conduite du troupeau.

### 3.2.1 La note d'état corporel

La note d'état corporel (NEC) est l'évaluation de la quantité de réserves énergétiques dans le gras sous cutanée. La NEC donne une idée du bilan énergétique sur une période donnée.

Pour scorer un animal, on se place derrière et on apprécie la couche de gras de la fosse caudale, la pointe des fesses et des vertèbres de la queue. On se place ensuite à l'avant et on apprécie la liaison colonne-hanche et les apophyses transverses. Si de profil, la ligne hanche-trochanter-ischion est en forme de V, la NEC est inférieure à 3. Si elle est en forme de U, la NEC est supérieure à trois. La figure 48 présente la méthode précise de notation [109].

Cette note varie au cours de la lactation. En effet, elle diminue lors de deux-trois premiers mois de lactation car les capacités d'ingestion des vaches sont inférieures à l'ingestion que nécessiteraient leurs besoins. L'objectif est de ne pas perdre plus d'un point de NEC pendant ces premiers mois de lactation. Au-delà, on note des troubles métaboliques, une diminution de la fertilité. De même, il ne faut pas tarir des vaches trop grasses. On conseille une NEC entre 2,75 et 3,5 au tarissement. Des vaches avec une NEC inférieure peuvent être tarées plus tôt ou bien avoir une ration plus énergétique durant leur tarissement. Les vaches grasses au tarissement sont plus susceptibles de faire une stéatose hépatique. On peut pratiquer un tarissement plus court. Il faut faire attention car une vache trop grasse mange moins.



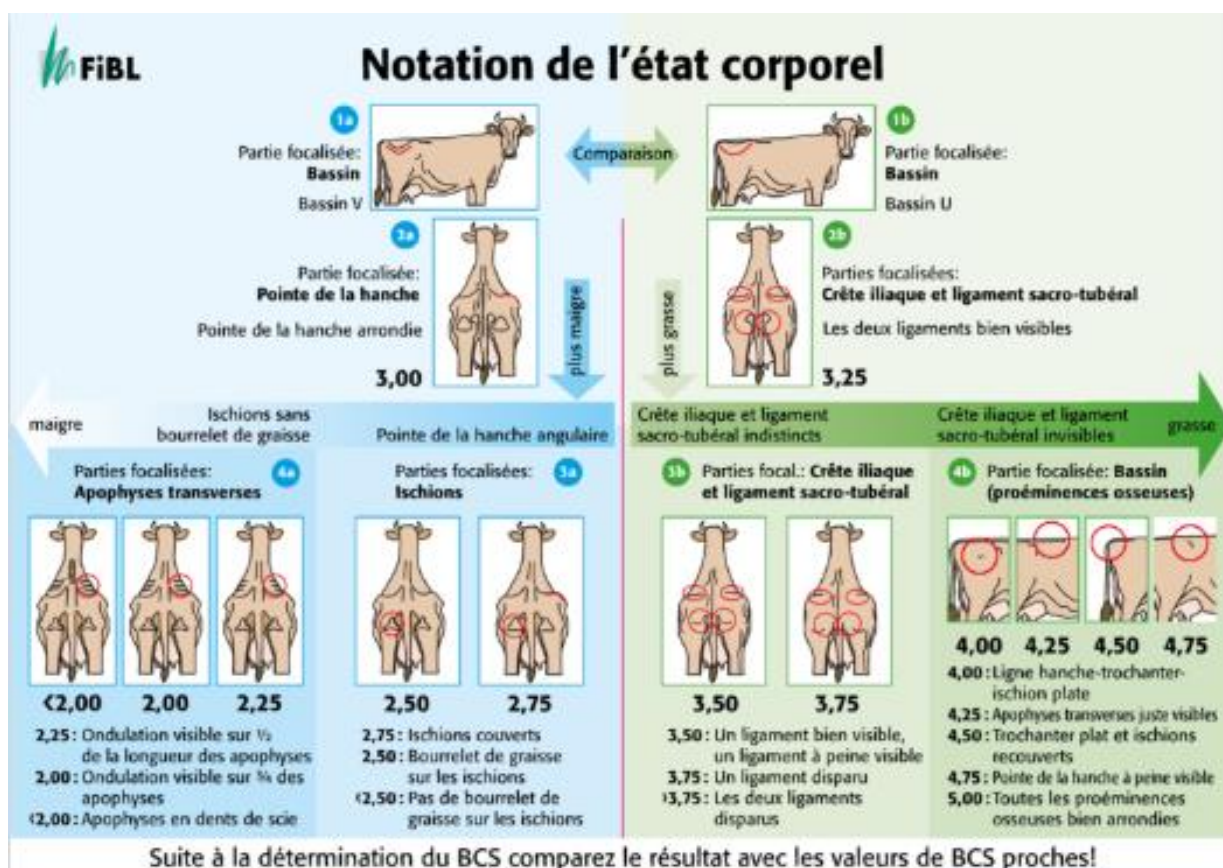


Figure 48 : grille de notation de l'état corporel  
 BCS : Body condition score , traduction: note d'état corporel






### 3.2.2 La rumination

Plus une ration est riche en fibre, plus les vaches vont ruminer. Apprécier la rumination permet donc de savoir si sa ration est assez riche en fibres. Physiologiquement, une vache passe 8 heures par jour à ruminer. Lorsqu'on observe son troupeau, 50% des vaches doivent être couchée à ruminer [109].

### 3.2.3 Le score de remplissage du rumen

Le score de remplissage du rumen permet à l'éleveur d'avoir une idée de l'ingestion ainsi que de la digestion des animaux. Le rumen est situé à gauche de l'abdomen. Il faut donc se placer à gauche pour évaluer son remplissage. La paroi abdominale et ruminale d'une vache ne mesure que 3 à 4 cm d'épaisseur, c'est pourquoi nous pouvons apprécier le degré de remplissage du rumen. C'est la composition de la phase solide en produisant du gaz issu des fermentations et son niveau de remplissage qui influent sur la saillie du flanc gauche. Le tableau 12 nous présente les scores de remplissage du rumen [109].






Tableau 12 : Note de remplissage du rumen

Note de remplissage du rumen	Description
<p><b>Note 1</b></p> 	<p>Creux du flanc gauche très marqué (plus d'une largeur de main de profondeur), de forme rectangulaire  Pli de peau sous la pointe de la hanche tombe verticalement  ⇒ La vache a peu ou pas mangé</p>
<p><b>Note 2</b></p> 	<p>Pli de peau sous la pointe de la hanche tombe obliquement.  La peau s'incurve sous les apophyses transverses.  Creux du flanc d'une largeur de main, de forme triangulaire  ⇒ Observée chez les vaches en première semaine post-partum</p>
<p><b>Note 3</b></p> 	<p>La peau tombe verticalement sous les apophyses transverses  Le pli de peau de la pointe de la hanche n'est plus visible  ⇒ Note idéale pour une vache en lactation</p>
<p><b>Note 4</b></p> 	<p>La peau des apophyses transverses part vers l'extérieur  Le creux du flanc a disparu  ⇒ Note idéale pour les vaches en fin de lactation et les vaches tarées</p>
<p><b>Note 5</b></p> 	<p>Les apophyses transverses ont disparu  Peau de l'abdomen très tendue  Côtes et creux du flanc au même niveau  ⇒ Note acceptable pour une vache tarée</p>

Source : Signes d'alimentation

L'examen des matières fécales permet d'évaluer la digestion de la ration. La consistance permet d'avoir une idée de la vitesse du transit tandis que leur apparence et contenu donnent une idée de la qualité de la digestion. Par exemple, des bouses liquides riches en fibres révèlent un transit trop rapide alors que des bouses très fermes indiquent que le transit est lent. La couleur peut varier avec la ration. Des zones claires peuvent traduire un manque de protéines dans la ration. De même, une bonne digestion se caractérise par des bouses sans odeur. Les tableaux 13 et 14 nous présentent comment apprécier les bouses.






Tableau 13 : Consistance des bouses

Note	Description
<b>Note 1</b> 	Bouse à peine identifiable, trop liquide ⇒ Bouse de vache malade
<b>Note 2</b> 	Consistance de la crème liquide, éclabousse lorsqu'elle tombe au sol ⇒ Bouse lors de pâturage d'herbe jeune et riche
<b>Note 3</b> 	Bouse de 2 à 3 cm d'épaisseur, léger claquement lorsqu'elle tombe au sol, ne garde pas l'empreinte de la botte ⇒ Bouse idéale
<b>Note 4</b> 	Bouse épaisse, bien formée et s'accumulant en anneaux, épaisseur de 5 à 7 cm, la trace de la botte reste dans la bouse ⇒ Ration déséquilibrée pour des vaches en lactation ⇒ Acceptable pour des vaches tarées
<b>Note 5</b> 	Bouse dure, en boule (comme du crottin de cheval), empreinte de la botte nette ⇒ Ration déséquilibrée

Source : Signes d'alimentation



Tableau 14 : Digestion des bouses

Note	Description
<b>Note 1</b> 	<p>Bouse brillante, émulsion crémeuse et homogène, absence d'éléments non digérés à sentir ou voir</p> <p>⇒ Note idéale pour les vaches en lactation ou tarées</p>
<b>Note 2</b> 	<p>Bouse brillante, onctueuse et homogène Quelques particules non digérées</p> <p>⇒ Acceptable pour des vaches en lactation ou tarées</p>
<b>Note 3</b> 	<p>Bouse terne, pas homogène Présence de fibres non digérées</p> <p>⇒ Acceptable pour des génisses pleines ou vaches tarées</p> <p>⇒ Inacceptable pour des vaches en lactation</p>
<b>Note 4</b> 	<p>Bouse terne, grandes particules d'aliments non digérés qui s'agglomèrent lorsqu'on presse la main</p> <p>⇒ Ajuster la ration</p>
<b>Note 5</b> 	<p>Nombreuses particules d'aliments bruts Eléments non digérés</p> <p>⇒ Ajuster la ration</p>

Source : Signes d'alimentation

Pour vraiment bien apprécier la digestion, on peut tamiser les bouses. En général, il doit rester la moitié de la quantité initiale dans le tamis. Au-delà, on estime que la digestibilité de la ration est faible. On apprécie ensuite le nombre de fibres longues qui nous indiquent le degré de rumination et la vitesse de transit du rumen. La présence d'aliments non digérés met en évidence une perte de nutriments. Cela peut venir d'une ration trop rapidement digérée, d'une acidose ruminale ou d'un défaut de fibrosité [109].

#### ■ Indicateurs issus de la production laitière :

L'urée, le TP et le TB sont des indicateurs de l'équilibre énergétique et azoté de la ration [98].

##### ■ a. L'urée du lait

L'urée est synthétisée dans le foie via l'ammoniac venant des fermentations ruminales et absorbé au travers de la paroi ruminale ou des acides aminés absorbés au niveau intestinal et non utilisés. L'urée arrive ensuite dans la circulation sanguine et est éliminée principalement dans l'urine mais aussi dans le lait. Chez la vache laitière l'urée plasmatique est bien corrélée à l'urée du lait [REF]. L'objectif est d'obtenir des valeurs de tank entre 0.25 et 0.32g/L. En dessous, on estime qu'il y a une carence en azote. Au-dessus, on a un excédent azoté qui vient d'un excès d'azote dégradable, d'azote total ou d'un déficit en énergie fermentescible. Une ration à base d'herbe provoque souvent une hausse de l'urée dans le lait car on a un excès d'apport en azote total par rapport à l'énergie. Ainsi des pâtures avec des plantes très feuillues augmentent le taux d'urée dans le lait. L'excès d'ammoniac impacte notamment la fertilité en diminuant la maturation des ovocytes, en ayant un effet cytotoxique sur les spermatozoïdes et l'ovule. L'excès d'urée semblerait entraîner une baisse du pH utérin défavorable à la survie des spermatozoïdes, à la nidation voire causant une mortalité embryonnaire précoce. La sécrétion de progestérone, hormone de la gestation est aussi diminuée [110].

Au final :

- Une urée basse signifie qu'il faut apporter de l'azote à la ration. En système herbager cela arrive lorsque les animaux consomment une herbe ayant dépassé le stade de l'épiaison.
- Une urée haute signifie qu'on apporte trop d'azote ou trop d'azote dégradable aux animaux ou bien que la ration manque d'énergie pour les synthèses microbienne. C'est notamment le cas lors de consommation d'herbe jeune.

## b. Le taux butyreux TB

Le taux butyreux est la quantité de matière grasse contenue dans un litre de lait. Les matières grasses dans le lait sont synthétisées à 50% directement dans la mamelle à partir des acides gras volatils issus des fermentations ruminales. Les 50% restant viennent des acides gras absorbés présents dans la ration et des acides gras mobilisés à partir des réserves corporelles. L'objectif est de se situer entre 35 et 42 g/L. Le TB rentre en positif dans la grille de paiement du lait. C'est d'autant plus un paramètre à maîtriser.

Un TB bas est le signe des rations pauvres en fourrages et riches en concentrés. Il peut aussi diminuer lors d'une supplémentation de la ration en matière grasse insaturée, inhibant la synthèse des acides gras par la mamelle.

Un TB élevé s'observe plus souvent à l'échelle individuelle. C'est le cas des vaches qui maigrissent beaucoup en début de lactation où l'on peut atteindre 45-50 g/L de TB. En effet, un TB élevé reflète souvent un léger déficit énergétique. C'est la mobilisation des réserves libérant des acides gras dans le flux sanguin qui augmente la quantité de matière grasse dans le lait. Le TB augmente aussi avec la fibrosité de la ration, le temps de mastication, la part de glucides lentement fermentescibles, l'utilisation de tampons minéraux, au final, tout ce qui favorise le microbiote produisant du C2. Ainsi, une vache avec une forte production de lait uniquement nourrie à l'herbe peut se retrouver en situation de déficit énergétique et donc avec un TB élevé [109].

## c. Le taux protéique (TP)

Le taux protéique est la quantité de protéines présentes dans un litre de lait. L'objectif est d'avoir un taux protéique entre 31 et 34g/L. La caséine représente 80% des protéines du lait.

Un TP insuffisant est dans la majeure partie des cas due à une insuffisance énergétique. Globalement, on estime que s'il manque 1 unité fourragère dans la ration, on perd 0.5 à 1 point de TP. L'autre cause possible est un supplément lipidique qui perturbe la digestion dans le rumen. En système herbager, cela s'observe lorsqu'on fait pâturer de l'herbe ayant dépassé le stade optimum de consommation en vert, donc vers l'épiaison. Ou bien lorsque la prairie vieillit et qu'il ne reste que des plantes de valeur alimentaire moyenne.

On pourrait être surpris qu'une baisse de TP soit liée à une insuffisance d'énergie plutôt que de protéines dans la ration. Cela est dû au fait que lorsqu'on a un manque d'énergie dans la ration, l'assimilation microbienne est moindre et l'organisme va brûler des acides aminés plutôt que de les utiliser pour les protéines. En effet, les besoins énergétiques sont prioritaires aux besoins protéiques. Donc une vache qui manque d'acide propionique pour subvenir à ses besoins utilisera les acides aminés disponibles au lieu de fabriquer des protéines, notamment celles du lait. D'autre part, la production laitière dépend de la concentration en lactose dans

le lait par le biais des pressions osmotiques. Donc une baisse du lactose (dépendant de l'apport en glucose) entraîne une baisse de la production laitière [111].

⇒ Une fois analysés individuellement, il est intéressant de lier ces paramètres entre eux.

- Le rapport TB/TP doit se situer entre 1.2 et 1.4
- TB-TP : un écart de 10 à 12 points est considéré normal chez une prim'holstein. Un écart très important signe très probablement un déficit énergétique entraînant une mobilisation des réserves de l'animal. En revanche, un écart faible signe plus souvent une acidose ruminale.
- TP-urée : leur relation nous indique l'efficacité de la valorisation de l'énergie.

Une acidose se corrige en donnant aux animaux des aliments lentement fermentescibles dans le rumen. On peut aussi tamponner le rumen en utilisant du bicarbonate (1 à 1.6% de MS de la ration) et essayer d'orienter la flore vers des bactéries fibrolytiques en apportant par exemple des probiotiques ou des levures. Augmenter la rumination par l'apport de fibres permet aussi d'accroître la salivation et de tamponner ainsi le rumen. De nombreux repas diminuent le risque de baisse de pH en post prandial. La prévention de l'acidose passe par des transitions alimentaires d'au moins trois semaines laissant le temps à la flore ruminale de s'adapter à la nouvelle ration. Il est aussi important de maintenir une part de fibres importante dans la ration pour faire ruminer les animaux.

Une cétose se corrige en apportant de l'énergie aux animaux. Une cétose clinique se traite avec des précurseurs de la néoglucogénèse en apportant soit du glycérol, du propionate ou du monopropylène glycol le plus couramment utilisé. On peut aussi utiliser des protecteurs hépatiques comme le sorbitol ayant aussi un effet détoxifiant. L'idéal est de prévenir l'apparition de cétose en ayant des vaches pas trop grasses au vêlage et en démarrant une transition alimentaire trois semaines avant le vêlage [111].

Tableau 15 : Interprétations des variations de l'urée, du TP et TB dans le lait

Taux urée	TB	TP	Interprétation
<b>Elevé</b>	Elevé	Faible en début de lactation	Insuffisance d'énergie ⇒ Nombreuses chutes de productions au 2 <sup>ème</sup> ou 3 <sup>ème</sup> mois de lactation
<b>Elevé</b>	Normal	Normal	Excès d'azote dégradable ou global ⇒ Production stable ou augmentée
<b>Faible</b>	Normal	Faible en début de lactation	Manque d'azote dégradable qui pénalise la valorisation des apports énergétiques ⇒ Production en dessous du potentiel génétique du troupeau
<b>Faible</b>	Bas	Elevé	Fort risque d'acidose Manque d'azote dégradable et excès d'apports énergétiques rapidement dégradables (céréales, sucres)
<b>Normal ou faible</b>	Elevé	Faible	Ration insuffisante en énergie et en azote ⇒ Production faible

TB bas		TB élevés
TP bas	Sous-alimentation	Déficit énergétique entraînant une lipomobilisation ⇒ Risque acétonémie
TP élevés	Ration trop énergétique et/ou associée à un manque de fibres ⇒ Risque d'acidose	Ration trop riche en énergie et favorable au TB

Tableau 16 : Relation TP/TB

## 12 Le séchage en grange

### 3.3.1 Un aliment de qualité :

Comme évoqué précédemment, le foin séché en grange est intéressant d'un point de vue nutritionnel. En effet, de part un séchage rapide, on obtient un foin de meilleure qualité. La tableau 17 compare les valeurs alimentaires d'un foin ventilé, un fourrage vert et le foin « classique ». On peut aussi noter un encombrement plus faible qui permet d'augmenter l'ingestion. Toutefois, ces valeurs alimentaires peuvent varier très fortement suivant les compositions des prairies et les stades de récolte. C'est pourquoi il est préférable d'analyser son fourrage pour ajuster au mieux la complémentation [74].



Tableau 17 : Comparaison des valeurs alimentaires d'un foin ventilé, d'un fourrage vert et d'un foin

	MAT g/kgMS	UFL /kg MS	PDIN g/ kg MS	PDIE g/kg MS	UEL /kg MS
Fourrage vert	137	0,89	86	87	1,05
Foin ventilé	132	0,85	83	89	0,97
Foin séché au sol	134	0,82	84	88	1,00

La digestibilité des foins ventilés est souvent bonne car les fourrages récoltés sont jeunes. Les vaches peuvent ingérer jusqu'à 18kg de matière sèche soit environ 21kg brut de foin ventilé.

### 3.3.2 .Production laitière

Le facteur limitant la production de lait est la quantité d'énergie apportée par le foin. Elle se situe en moyenne à 0.80 UFL/kg MS. Le niveau laitier ne peut pas atteindre celui observé en situation intensive avec l'ensilage de maïs par exemple sauf si l'on complémente de façon importante. On peut atteindre 6500 litres de lait brut par lactation avec une ration à base de foin ventilé. On estime que la production journalière permise est de 25 litres au maximum. Si l'on souhaite accroître son autonomie protéique via le séchage en grange, les productions laitières espérées sont plutôt de l'ordre de 4500 à 5500kg de lait brut. On estime qu'on a une baisse de la production laitière de 8% en début de lactation par rapport à une ration hivernale à base de maïs.

Le TB est significativement diminué par rapport à l'ensilage de maïs si on ne maintient pas les apports énergétiques. On remarque aussi une perte d'état corporel des animaux lors de la période hivernal où ils sont nourris à base de foin ventilé. Il est donc crucial de bien réussir son tarissement et la fin de période de pâturage pour avoir des animaux en bon état général. On peut aussi ajouter des betteraves pour augmenter l'apport énergétique.

En revanche, en n'apportant pas d'aliment fermenté, on réduit considérablement le risque de butyriques et de listéria dans le lait. En général, on ne dépasse pas les 200 butyriques dans le tank. Le lait produit a aussi un très bon profil en acides gras avec une amélioration de la teneur en oméga 3 et une amélioration du rapport oméga 6/oméga 3 [74].

### Foin ventilé et risque d'acidose

Comme évoqué précédemment, il est important de surveiller la fibrosité de la ration lorsqu'on distribue du foin ventilé [70]. En effet, on retrouve souvent des situations de sub-acidose voire d'acidose lorsqu'on distribue du foin engrangé. L'apport de luzerne, peu fibreuse, augmente considérablement le risque d'acidose. Il est important de conserver de la

fibrosité et de toujours mettre à disposition des animaux une part de fourrages grossiers pour assurer une bonne rumination. C'est pourquoi il faut aussi récolter du foin de moins bonne qualité pour apporter des fibres. En sub-acidose, des montées cellulaires peuvent être remarquées à cause de la baisse d'immunité engendrée [75]. On retrouve alors les problèmes évoqués au paragraphe 3.2.5c.

## 13 L'estive

### ■ Avantages

L'estive permet aux animaux d'avoir accès à une diversité florale importante en altitude. De plus, c'est une bonne alternative pour ne pas utiliser les stocks de fourrages hivernaux lors de sécheresse car la pousse d'herbe est étalée suivant les altitudes tout le long de la période estivale. D'autres part, on peut y ajouter tous les avantages et inconvénients du pâturage cités précédemment. [112,113]

Faire estiver les animaux permet l'entretien des paysages d'altitude et de maintenir des systèmes ouverts grâce à l'entretien des zones montagneuses via le pâturage. Cela permet aussi de diminuer la hauteur d'herbe sous le tapis neigeux l'hiver et de limiter le risque d'avalanche. Le pastoralisme est une pratique fortement soutenue par l'état. L'attribution de primes PAC est de l'ordre de 500€ par animal qui estive auxquelles sont associées les aides par hectare d'estive exploité.

La production et l'affinage de fromages est un savoir faire associé à la transhumance. La plupart des productions sont reconnues comme patrimoine culturel immatériel. Les animaux sont traités à la main et le lait souvent cru est transformé sur place. Les fromages sont réputés pour leur saveur particulière grâce à la composition végétale de l'estive. L'hygrométrie et l'altitude influe aussi sur la qualité de l'affinage. De nombreux AOP permettent de reconnaître la qualité et la spécificité des produits.

### ■ Inconvénients

- Sanitaire :

Les estives collectives sont des pratiques à haut risque de circulation et diffusion de maladies chez les animaux. En effet, on mélange différents cheptels de statuts différents. De plus, la pratique de la monte naturelle augmente d'autant plus les risques de diffusion de maladies sexuellement transmissibles (chlamydie notamment). La montée à l'estive peut générer un stress de par le transport, le mélange des animaux, les changements d'alimentation, ce qui engendre une baisse d'immunité favorable à la contraction des maladies [114,115].

Seul l'IBR est une maladie réglementée en estive. D'après l'arrêté du 31 mai 2016, « un bovin reconnu infecté d'IBR et ayant fait l'objet d'une vaccination conformément au chapitre IV peut accéder à des pâturages collectifs et à la transhumance. Il est recommandé de réaliser deux dépistages de l'IBR sur les troupeaux estivant, à savoir la prophylaxie annuelle 4 à 6 mois avant la montée et un dépistage au retour d'estive dans le mois qui suit le retour (le temps que les animaux séroconvertissent) ». La vaccination diminue l'expression clinique de la maladie mais n'empêche pas l'excrétion virale. Pour diminuer la circulation virale, il est recommandé d'hyper-immuniser les animaux positifs en les vaccinant deux fois par an au lieu d'une seule obligatoire. Certaines estives exigent un statut indemne en IBR pour pouvoir transhummer.

Les animaux peuvent aussi contracter des maladies non réglementées mais ayant de forts impacts économiques pour l'exploitation. La BVD (Bovine Virus Diarrhea), excrétée principalement via les matières fécales est une maladie qui peut se contracter à l'estive. Les conséquences sont assez graves : avortements, naissance de veaux immunodéprimés et qui seront infectés permanent immunotolérants (IPI) à non-valeur économique mais fortement excréteurs du virus. Pour la forme subclinique, on observe une diarrhée banale qui rétrocede en 2 à 3 jours. Pour les formes sévères, on a des diarrhées sévères, des stomatites, un syndrome hémorragique et des troubles respiratoires. Le plus fort impact économique de cette maladie vient des avortements et de la baisse de fertilité qu'engendre la maladie. La prévention repose essentiellement sur le dépistage des IPI par bouclage auriculaire et la vaccination des femelles reproductrices.

La fièvre Q peut aussi se contracter à l'estive (tout comme au pâturage). Les ovins et les bovins sont réceptifs à la maladie. Cette maladie est zoonotique. Elle se contracte par l'inhalation de poussières contaminées ou par le contact avec les placentas contaminés. Les infections sont majoritairement inapparentes. Elles entraînent des avortements en fin de gestation, des mises bas prématurées ou des animaux chétifs, mort-nés ; des métrites et de l'infertilité. La prévention passe par la gestion des avortons et placentas ainsi que la vaccination.

La chlamydiose provoque aussi des avortements. Les liquides vaginaux et préputiaux sont vecteurs de la maladie. Le principal symptôme est l'avortement. Elle se traite à l'aide d'oxytétracycline longue action à 20mg/kg. Un vaccin ovin existe, il diminue le nombre d'avortements mais pas l'excrétion.

La faune sauvage peut aussi être porteuse de maladies et les animaux à l'estive y sont particulièrement en contact. La faune sauvage est porteuse de BVD, fièvre Q, tuberculose, brucellose (cas de chamois ayant contaminés des vaches en estive dans les Alpes).

- Surveillance des animaux :

La surveillance des animaux en estive peut être plus difficile que pour les animaux restés proches de l'exploitation. Des bergers sont présents pour surveiller les animaux mais il y a aussi certaines estives où ce sont les éleveurs qui vont voir de façon hebdomadaire leurs bêtes. Les soins aux animaux en altitude sont compliqués car il faut réussir à les parquer. Il est conseillé de ne monter des vaches gestantes dont la mise-bas est prévue durant la période d'estive. En effet, si le vêlage est compliqué, il est plus difficile d'intervenir pour aider l'animal.

- Présence de prédateurs

Le risque à l'estive est aussi la présence de prédateurs. Les plus redoutés par les éleveurs sont les ours et les loups. En effet, ils attaquent les troupeaux provoquant de la mortalité. Mais il ne faut pas oublier le stress provoqué par une attaque qui entraîne notamment des avortements (non indemnisés). Il y a aussi les vautours qui peuvent s'attaquer aux jeunes animaux. Des morsures de vipères sont aussi parfois à déplorer

#### 4. Quelques retours de pratiques agroécologiques

Cette partie a pour but de présenter des retours d'expérience d'éleveurs que j'ai pu rencontrer et qui se sont engagés dans des transitions agroécologiques.

##### 14 Place du vétérinaire dans les transitions agro écologiques

De nombreux acteurs transitent autour des exploitations notamment dans le domaine de l'alimentation des animaux. Le vétérinaire doit trouver sa place pour conseiller au mieux les éleveurs et notre domaine de compétences concerne la nutrition des animaux qui fait partie de la médecine. Elle peut être notre voie d'entrée pour accompagner les éleveurs dans leurs transitions agroécologiques car une bonne nutrition assure une bonne santé et un organisme plus apte à répondre aux agresseurs. Par ailleurs, une bonne alimentation améliore nettement les performances des animaux. L'agroécologie a une approche systémique et tous les savoirs doivent se fédérer pour construire une exploitation durable. Le vétérinaire, de par ses connaissances en pathologie et en nutrition a donc un rôle à jouer. Notre rôle est de proposer à l'éleveur une gestion intégrée de la santé de ses animaux par des approches préventives et curatives raisonnées.

Notre cursus scolaire nous permet d'appréhender les bases de la nutrition des animaux afin de comprendre en quoi l'alimentation de ceux-ci peut être liée aux troubles pathologiques présents sur l'élevage. Nous avons beaucoup de connaissance sur les pratiques conventionnelles mais peut-être moins sur les pratiques innovantes telles que celles mises en place lors de transitions agroécologiques. Le maintien des performances en utilisant les ressources en herbe demande une certaine technicité qu'il est important que le vétérinaire maîtrise.

##### 15 Le pâturage tournant sur l'exploitation de Matthieu Darré

- Présentation de l'exploitation

Matthieu Darré travaille seul sur son exploitation. Eleveur sélectionneur, il possède 80 mères blondes d'aquitaine.

Il exploite 45ha de prairies dont 33ha sont consacrées au pâturage tournant. Il augmente progressivement la part des prairies (6 hectares supplémentaires cette année)

Elles sont composées de mélange de dactyle, fétuque, trèfle blanc ; les nouvelles prairies réimplantées sont un mélange de 10 espèces. Les prairies sont très peu renouvelées car elles perdent moins vite en qualité avec le pâturage tournant.

- Mise en pratique du pâturage tournant :

Il a commencé en 2016 avec une conduite en 3 lots de 25 vaches : un lot de génisses, deux lots de vaches pleines dont un suité au printemps

Les animaux entrent à 15 cm d'hauteur d'herbe et sortent à 8 cm. Les paddocks font 75 ares. Les vaches y restent 2 jours. Le retour sur la parcelle se fait au bout de 3 semaines au printemps, plutôt un mois l'été.

La pousse d'herbe étant conséquente au printemps, les parcelles non pâturées sont destinées à l'enrubannage pour faire le stock hivernal.

- Résultats techniques :

La part d'ensilage de maïs a diminuée dans la ration (10ha ensilés avant contre 4ha avec le pâturage tournant). Le but est d'arriver à un arrêt complet de l'ensilage de maïs. En effet, l'ancien système était basé sur un ensilage de printemps de ray grass puis un semi de maïs qui était aussi ensilé. Les animaux étaient principalement nourris avec ces fourrages, même l'été.

La période de pâturage du 15 mars au 15 mai avec l'ancien système s'est allongée du 15 mars au 15 novembre avec le pâturage tournant pour les meilleures années. Durant cette période de pâturage, l'herbe est le seul aliment à disposition des vaches. Du foin est apporté le soir en fin de saison de pâturage.

Grâce au pâturage tournant, Matthieu note moins de problèmes aux vêlages d'automne avec des veaux moins gros. Ses performances en reproduction se sont maintenues avec un intervalle vêlage-vêlage toujours aussi bon.

Avec un amendement des prairies seulement avec du fumier, il effectue des économies sur les intrants. Le temps de travail est important pour l'installation des clôtures, la gestion des paddocks et des abreuvements. Mais il estime qu'il ne passe pas plus de temps que lorsqu'il affourageait les animaux au champ.



Figure 49 : Organisation des différents paddocks du lot 1

## 16 L'ensilage de méteil sur l'exploitation de Patrick Montaut

- Présentation de l'exploitation

Patrick Montaut travaille seul sur son exploitation. Il élève 40 vaches laitières avec un niveau d'étable à 8500L de lait par lactation.

Cette année, il a été confronté à un problème de fertilité à la mise à l'herbe avec des vaches qui revenaient en chaleur toutes les 3 semaines.

- Suivi des taux au cours de l'année :

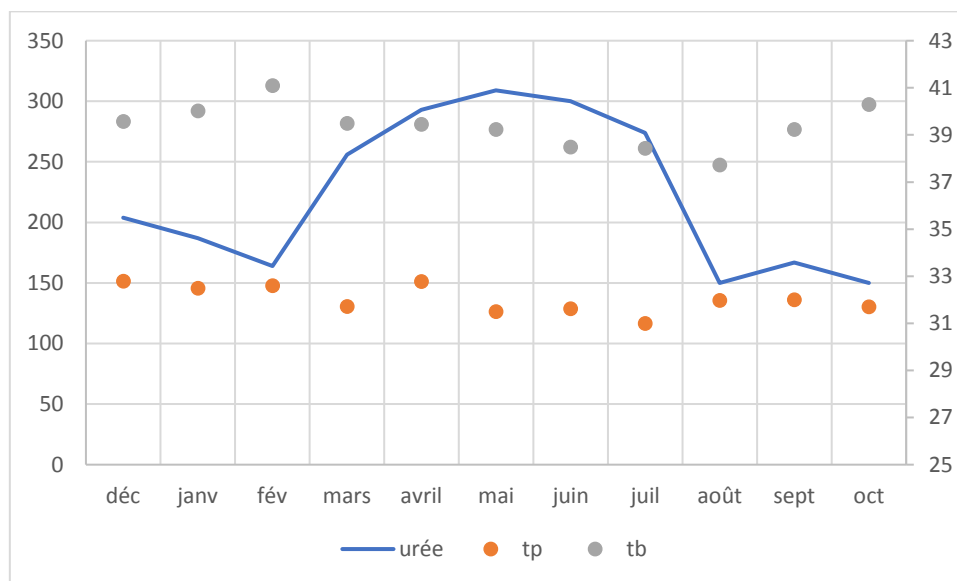


Figure 50 : Evolution de la qualité du lait sur l'année 2020

- Ration équilibrée pour 24 L de lait (valeur en brut) se compose de :
  - 25 kg ensilage de maïs
  - 15 kg d'ensilage de méteil
  - 2 kg de foin de luzerne
  - 2.5 kg de concentré avec 70% de tourteau de soja et 30% de tourteau de
  - 300g d'AMV

Besoins des animaux :

Capacité d'ingestion, apports recommandés (par vache) et minima de fibre						
CI (UEL)	UFL	PDI (g)	Ca abs. (g)	P abs. (g)	CB (% MS)	NDF (% MS)
17,0	17,9	1595	48,3	39,5	17	35

Analyse de la ration :

Apports (par vache)				fond rouge si anomalie						
MB (kg)	MS (kg)	UEL	UFL	PDIE (g)	PDIN (g)	Ca abs. (g)	P abs. (g)	CB (% MS)	NDF (% MS)	
42,8	20,2	15,0	17,2	1645	1857	81,1	47,3	22,3	38,5	
				(PDIE-PDIN)/UFL						
				-12,4						

Interprétation :

Il y a un gaspillage protéique important qui peut expliquer les hausses d'urée dans le lait. De plus, on ne prend pas en compte les apports en protéines de l'herbe jeune ce qui déséquilibre encore plus la ration.

Les problèmes de reproduction peuvent s'expliquer par un excès d'ammoniac entraînant des problèmes de fécondation. En effet, le catabolisme des protéines produit de l'ammoniac dans le rumen. On est face à un excès d'azote dégradable. On a alors un excès d'ammoniac qui arrive dans la circulation sanguine. Il est ensuite transformé en urée par le foie. On en retrouve alors dans l'urine, le lait et les sécrétions utérines. Le pH utérin devient alors défavorable pour la reproduction. On observe des problèmes de fertilité avec des vaches cyclées qui reviennent en chaleur tous les 21 jours.

- Correction de la ration :

Nous avons augmenté d'1UFL la ration à l'aide de blé aplati. L'urée du lait est redevenue dans les normes. Les problèmes de reproduction se sont résolus. Ainsi on a réduit la production d'ammoniac car il est utilisé pour synthétiser des protéines pour les vaches. Comme la figure 50 nous le montre, une légère augmentation des taux a été permise (0,3 point)

Il pourrait aussi être intéressant d'ajouter de l'argile et des saponines pour améliorer la valorisation de l'azote dégradable. Pour limiter le gaspillage protéique et diminuer le coût alimentaire, on pourrait envisager de diminuer la part des tourteaux.

## 17 Le séchage en grange au GAEC du Moulin

- Présentation de l'exploitation

Au GAEC du Moulin, père et fils sont associés. Ils élèvent 85 mères blondes d'Aquitaine et valorisent les produits en veaux sous la mère label rouge.

Ils exploitent 50 ha de prairies, sèment un méteil à base de pois, triticale, trèfle incarnat cultivé sur les dérobés et récolté en enrubannage.

En 2018, ils installent un séchoir composé de 4 cellules avec 480 m<sup>2</sup> au sol permettant d'engranger 400t de foin. L'organisation des cellules est fonction du type de foin : une cellule



stocke le foin de pré, une autre un foin de mélange de légumineuses, et une est dédiée au foin de luzerne. 3 à 4 coupes sont réalisées sur les prairies et disposées en couches dans le séchoir.

La ration hivernale se compose de 40% d'enrubannage de méteil, 10% de foin, 50% de foin engrangé, de paille, le tout mélangé dans un bol. La ration est distribuée tous les 3 jours.

- Impact sur les animaux :

La première année, le lot nourri au foin engrangé a présenté des problèmes d'acidose. Le Gaec procède donc à l'achat d'un bol et la situation redevient normale.

Depuis l'incorporation de foin engrangé à la ration, l'état corporel autour du vêlage s'est nettement amélioré. Les vaches maigrissent moins et ce, particulièrement visible sur les primipares. Les résultats techniques en termes de reproduction se sont améliorés puisqu'ils atteignent quasiment l'objectif d'un veau par vache et par an. Les vaches perdant moins en état, ils peuvent les réinséminer plus vite.

La production de lait par vache augmente ce qui se traduit par des veaux vendus plus jeunes pour le même poids carcasse (180kg). En effet, les veaux partent maintenant à la boucherie à 6 mois et peuvent être classés Label alors qu'auparavant, ce même poids était atteint à 8 mois.

## 18 Elevage de brebis de Julien Boucher : agroforesterie, gestion du parasitisme

- Présentation de l'exploitation

Installé depuis 2019, Julien Boucher élève 35 chèvres des Pyrénées et 90 brebis de race île de France.

Pour le troupeau ovin, une démarche de sélection est mise en place : les mâles sont vendus en reproducteur, les jeunes femelles permettent le renouvellement du cheptel ou sont vendues à d'autres éleveurs. Les agneaux les moins intéressants génétiquement sont valorisés par la vente directe. De même, les chevrettes sont commercialisées pour le renouvellement de troupeaux alors que les chevreaux sont valorisés en vente directe.

- Pratiques agroécologiques sur l'exploitation

L'agroforesterie permet une conduite du troupeau la plus extensive possible. Les chèvres qui pâturent dans des milieux fermés réouvrent ainsi les espaces pour les brebis en créant des endroits ombragés pour l'été.

Le pâturage tournant est mis en place pour les brebis jusqu'en juillet puis le pâturage simple est pratiqué lorsqu'il y a moins d'herbe.

- Gestion du parasitisme

Une coproscopie est réalisée avant chaque traitement sur un mélange de 5 brebis et un de 5 agnelles. On détecte seulement les coccidies et les strongles digestifs à chaque coproscopie.

Au printemps, un traitement sélectif s'opère sur les animaux les plus maigres et toutes les agnelles. Les animaux douteux sont traités tout au long de l'année et tout le troupeau avant de rentrer à l'étable.

Cet été, deux brebis sont mortes d'haemonchoses. La figure 51 montre les haemonchus retrouvés à l'autopsie. La décision de revermifuger tout le troupeau a été prise.



Figure 51 : Infestation de la caillette par *Haemonchus contortus*,  
les flèches rouges montrent des parasites

## 19 Le pastoralisme pratiqué par David Touya

- Présentation de l'exploitation

David Touya, double actif, élève 100 mères Aubrac, race rustique adaptée à l'estive dont 50 transhumant depuis 2018 à Gavarnie et en Espagne.



Figure 52 : Aubracs à l'estive de Gavarnie

Pratiquer le pastoralisme lui permet de réduire la masse de travail l'été, d'économiser du fourrage puisqu'il est déjà juste en foin pour l'hiver, de bénéficier d'aides et primes PAC importantes. De plus, les estives sont de bonne qualité à Gavarnie.

Cette pratique n'est pas sans inconvénients. L'absence de berger oblige les éleveurs à se relayer pour aller saler les vaches. Il ne faut pas oublier les pertes possibles : une vache s'est cassée la patte l'année dernière lors de la montée, un veau a été attaqué par les vautours en 2018.

Le suivi des animaux est moins facile qu'au pré. Il est plus compliqué de les attraper malgré l'installation de parcs lorsque des soins sont à réaliser. L'installation de deux parcs supplémentaires est prévue l'année prochaine.

Les conditions météorologiques comme la chute de neige précoce compliquent parfois la descente comme ce fut le cas cette année.

- Problèmes rencontrés en 2018 :

Suite à la descente de sa première année d'estive, il note beaucoup de vaches qui reviennent en chaleur. Cette remarque a été confirmée par un suivi de fécondité où seulement 50% des vaches étaient gestantes. Concomitamment, un problème de diarrhée sur les veaux est apparu sur l'exploitation. On a alors suspecté un passage de BVD sachant qu'énormément de troupeaux sur cette estive sont positifs.

Des PCR ont été réalisées sur les veaux avec des retards de croissance. Deux sur quatre sont revenues positives. On a alors eu confirmation de la circulation active de la BVD sur l'exploitation. La vaccination a été mise en place sur toutes les vaches mises à la reproduction. Les deux veaux IPI ont été éliminés. Depuis, il n'y a plus de problème de reproduction.

## 20 Prairies multi espèces, autonomie protéique sur l'exploitation de Denis FONTAN

- Présentation de l'exploitation

C'est un élevage bovin laitier converti au bio depuis 2007 où 3 personnes travaillent sur l'exploitation. Elle comprend 65 vaches en lactation avec un taux de renouvellement de 15%. La moyenne d'étable est de 5 000L de lait par vache par lactation.

Le parcellaire se répartit en 30 hectares de prairies permanentes pour le pâturage composées de trèfle blanc, trèfle violet, trèfle hybride, ray grass hybride (2 espèces) ; 3ha de luzerne ; 20 ha de prairies de fauche ; 35 ha de maïs ; 20 ha de soja et 20 ha de céréales.

L'exploitation est totalement autonome d'un point de vue alimentaire, prairies renouvelées tous les 3 ans quand la densité de trèfle diminue.

Le pâturage tournant est mené sur 14 paddocks de 1 à 1,5ha avec une hauteur d'herbe pâturée de 10 à 15 cm à l'entrée. Lorsque la pousse est trop rapide, certaines parcelles sont ensilées.

La ration, pour une production de 22L se compose de :

- 6kg de foin de luzerne, récolté au stade début de bourgeonnement
- 15-20 kg d'ensilage d'herbe (composition des prairies, début épiaison)
- 20 kg ensilage de maïs
- 1 kg soja grain
- 1 kg de féveroles grain
- 1 kg de maïs grain
- 1 kg de triticales grain

- Analyse de la ration :

Le calcul est réalisé à partir du fichier excel à l'aide des recommandations INRA 1998 car les analyses de fourrages ne me permettaient pas d'utiliser les recommandations INRA 2018

Besoins estimés pour une production laitière de 22 litres :

Capacité d'ingestion, apports recommandés (par vache) et minima de fibre						
CI (UEL)	UFL	PDI (g)	Ca abs. (g)	P abs. (g)	CB (% MS)	NDF (% MS)
16,7	16,2	1495	45,6	37,5	17	35

Vérification de la ration :

Apports (par vache)		fond rouge si anomalie							
MB (kg)	MS (kg)	UEL	UFL	PDIE (g)	PDIN (g)	Ca abs. (g)	P abs. (g)	CB (% MS)	NDF (% MS)
41,1	19,9	16,7	17,3	1531	1645	70,9	42,4	22,7	35,2
				(PDIE-PDIN)/UFL					
				-6,6					

Interprétation :

On peut noter un léger gaspillage de protéines et d'énergie mais la ration hivernale est globalement équilibrée.

Pour la ration estivale, la mise à l'herbe est progressive avec seulement du pâturage l'après-midi pendant 10 jours puis une augmentation progressive du temps de pâturage sur une semaine. La ration reste identique avec seulement un changement de foin. Le foin de luzerne est remplacé par 1 kg de foin de graminées. La part à l'auge est diminuée : 20kg brut du mélange présenté précédemment est distribué par vache, le reste de l'alimentation est fourni par l'herbe.

Analyse de la ration à l'herbe :

MB (kg)	MS (kg)	UEL	UFL	PDIE (g)	PDIN (g)	Ca abs. (g)	P abs. (g)	CB (% MS)	NDF (% MS)
80,8	18,1	16,7	16,4	1496	1454	61,3	51,5	23,2	43,7
				(PDIE-PDIN)/UFL					

Pour une herbe de prairie classique, il faudrait que les vaches consomment 63 kg brut d'herbe pour être équilibrée. Or, elles ont accès à une prairie d'1 hectare avec une hauteur d'herbe à l'entrée de 15 cm et une sortie à 8 cm en moyenne. On estime que sur une prairie de densité correcte, les vaches ont à leur disposition 250 kg de MS/ cm/ ha soit une consommation de 1750 kg de MS dans notre cas pour deux jours. Cependant sur deux jours, les vaches ont besoin de presque 2000kg de matière sèche. On n'apporte alors pas assez d'herbe à la disposition des vaches pour couvrir leurs besoins.

- Caractérisation du problème :

A la mise à l'herbe, le taux d'urée du lait augmente toujours très fortement. L'éleveur observe alors des problèmes de mammites sur ses vaches. La figure 53 montre l'évolution de la qualité du lait au cours du temps.

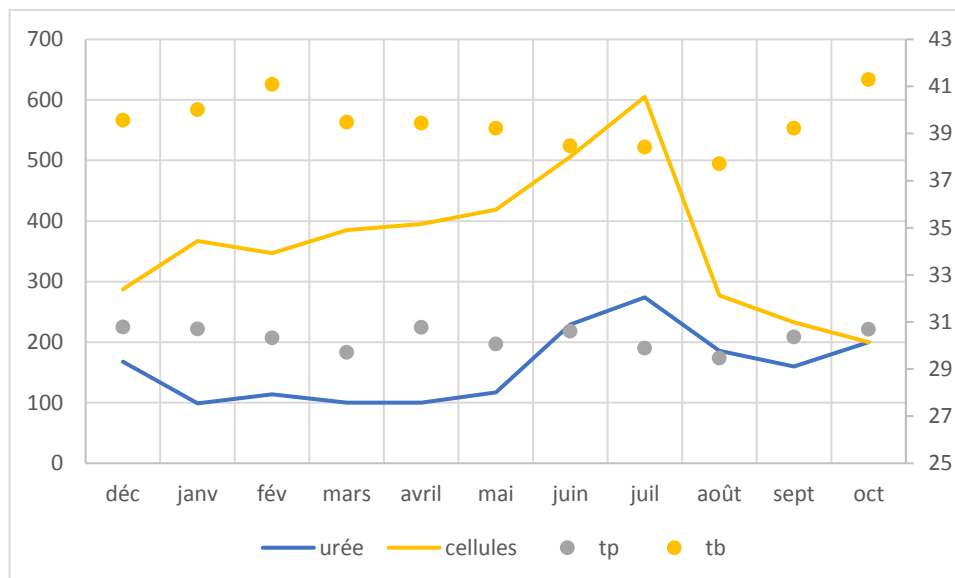


Figure 53 : Evolution de la qualité du lait au cours de l'année 2020

Les courbes des taux cellulaires dans le lait et de l'urée du lait ont la même allure. On peut donc supposer que l'augmentation des taux cellulaires est en partie due à l'augmentation de l'urée. La forte augmentation de l'urée dans le lait peut s'expliquer par un excès d'azote dégradable. Cela est probablement dû à la conduite alimentaire du troupeau au pâturage. En effet, l'éleveur diminue la part du mélange hivernal de 50% en estimant que les vaches consomment aussi 50% d'herbe. Procéder ainsi suppose estimer que l'herbe est un fourrage équilibré. Or, à la mise à l'herbe et lorsqu'on pratique le pâturage tournant, de l'herbe jeune est toujours à disposition des animaux. Cette herbe est riche en protéine et pauvre en énergie et n'est donc pas équilibrée. Les animaux ont donc un excès d'azote dégradable qui fait augmenter l'urée du lait. Il serait aussi pertinent de diminuer la part de soja grain et de le remplacer par du triticales.

## 21 Carence en oligoéléments en élevage 100% extérieur de Julie Boer

- Présentation de l'exploitation :

Julie Boer élève 35 mères blondes d'Aquitaine, un élevage 100% extérieur.

L'Intervalle vêlage-vêlage est de 371 jours. La monte est naturelle avec un seul taureau et le taux de renouvellement est de 20%.

Un atelier veaux de boucherie est également présent sur l'exploitation.

- Caractérisation du problème :

En 2019, sur 20 vêlages, on observe 3 renversements de matrices, des veaux mous, 6 vaches ayant mal délivrées, pars languissant. Une carence en oligo éléments est suspectée. Un profil métabolique est réalisé et présenté à la figure 54.

	1	2	3	4	5	6	7			
N°identité	1422	8345	5485	6484	8341	pool				
Espèce	BV	BV	BV	BV	BV	BV				
Sexe	F	F	F	F	F	F				
Age										
Race	VA	VA	VA	VA	VA	VA				
Date Mise Bas	0 à 2m	gest 9m	gest 7-8m	gest 7-8m	gest 8-9m					
									Moyenne	Valeur usuelle minimale Valeur usuelle maximale
Milieu	Paramètre	Méthode (unité)								
SANG										
Zn	Colorimétrie (µmol/L)	17,24	14,14	14,98	13,86	16,60			15,36	13,6 21
Cu	Colorimétrie (µmol/L)	12,01	9,50	8,47	5,35	14,11			9,89	11,5 18
GSH-pxe	Colorimétrie (U/gHb)	34	61	45	34	131			61	155 600
IIP (iode)*	Spectrophotométrie (µg/L)	19	36	<15	21	37			26	51
Vit. A	uHPLC (µg/dL)						23		23	30
Vit. E	uHPLC (µg/mL)						4,8		4,8	3
HEM : Prélèvement hémolysé ; ABS : Absence de tube pour cet animal ; QI : Quantité insuffisante de prélèvement ; PF : Positif Faible										

Figure 54 : Profil métabolique

- Solution proposée :

Une complémentation à l'aide de l'Octablond® est proposée. La composition est présentée sur la figure 55.



if nutritionnel :	
prolongé en oligo-éléments et/ou vitamines chez les animaux à l'herbage	
tion	
seau de 20 kg net	
emploi	
vaches allaitantes : à incorporer dans la ration quotidienne de 0,5 g/kg de matière sèche ingérée. Pour faciliter la on, mélanger 7,5 g de produit OctaBlond Vit par kg d'aliment	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3a672a Vitamine A sif acétate de rétinol ..... 4 000 000 UI</li> <li>• 3a671 Vitamine D3 sif cholecalciférol ..... 200 000 UI</li> <li>• 3a700 Vitamine E sif acétate d'alpha-tocophérol totalement racémique ..... 10 000 mg</li> </ul>
Les apports peuvent être renouvelés après une période de 1 an suivant l'avis d'un vétérinaire ou d'un expert en alimentation	
en suivant l'avis d'un vétérinaire ou d'un expert en alimentation, d'élèves ayant une limite maximale d'incorporation, son utilisation ne doit pas excéder 100 g par kg de matière sèche ingérée. Ce produit contenant des oligo-éléments dans la ration journalière et du statut	
position	
de talc, ferugre, oxyde de magnésium, phosphate bicalcique, phosphate monobasique, matières grasses végétales, chlorure de sodium	
Constituants analytiques	
• Calcium	7,0 %
• Magnésium	5,0 %
• Cendres insolubles dans HCl	2,9 %
• Phosphore	2,5 %
• Sodium	0,6 %
Additifs au kg	
Oligo-éléments	
• 3b405 Cuivre sif sulfate de cuivre (II) pentahydraté	25 000 mg
• 3b603 Zinc sif oxyde de zinc	19 000 mg
• 3b202 Iode sif iodate de calcium anhydre	3 000 mg
• 3b801 Sélénium sif sélénite de sodium	1 000 mg
• 3b304 Cobalt sif granules enrobés de carbonate de cobalt II	100 mg
Antioxygènes	
• E321 Butylhydroxytoluène (BHT)	51 mg
• E310 Gallate de propyle	21 mg
Liants	
• E586 Natrolite- Phonolite	20 000 mg
Substances aromatiques	
• Mélange de substances aromatiques	
Autres mentions	
Tenir hors de portée des enfants, ne pas avaler. Limiter l'emploi aux seules espèces mentionnées. Avant utilisation, il est recommandé de demander l'avis d'un vétérinaire ou d'un expert en alimentation.	
N° lab : a FR 14 480 001 N° ex : 17542 A utiliser de préférence avant : 05/2021	

Figure 55 : Composition du complément en oligo-élément Octablond® vitaminé

La complémentation se réalise sous forme de cure d'une semaine à raison de 100g par jour et par vache pour combler les carences puis une dose d'entretien de 50g une fois par semaine.

Depuis, aucun problème de vivacité chez les veaux et une intervention sur un seul vêlage (jumeaux dont le premier en siège) fut réalisée.



## CONCLUSION

L'agriculture connaît aujourd'hui un tournant. Recherchant moins la productivité et plutôt la qualité de leurs produits, les éleveurs entament des transitions agroécologiques. Les motivations peuvent être multiples : diminution des coûts de production, allongement de la période de pâture, augmentation des stocks, faire face au changement climatique, qualité des produits ... De nombreuses alternatives sont possibles comme nous avons pu le voir tout au long de cette thèse : le pâturage tournant, le séchage en grange, l'implantation de prairies multi-espèces, l'utilisation de coproduits, la pratique de la transhumance... L'important est de choisir des pratiques qui s'adaptent au mieux au fonctionnement de l'exploitation. Chaque pratique présente des avantages et des inconvénients qu'il faut savoir contourner.

Avoir une vision systémique des exploitations permet de les appréhender dans leur globalité et de prendre en compte les interactions entre les espèces vivantes. On peut ainsi boucler des cycles et faire des économies d'intrant tout en étant autonome d'un point de vue alimentaire. La majorité des éleveurs qui ont entamé des transitions agroécologiques sont satisfaits. C'est tout simplement mieux utiliser l'environnement qui les entoure. Les différents exemples présentés illustrent le fait qu'agroécologie et performances animales ne sont pas incompatibles.

Le vétérinaire a toute sa place au sein de ces transitions agroécologiques. Notre travail est d'accompagner les éleveurs, de communiquer sur les risques de chaque pratique pour mieux les prévenir. Comme nous avons pu l'illustrer par différents exemples, des problèmes sanitaires peuvent vite arriver. Equilibrer une ration au pâturage n'est pas toujours évident, la gestion du parasitisme notamment en élevage ovin peut être compliquée, des maladies sanitaires peuvent être contractées lors de rassemblements de troupeau. C'est à nous de donner les clés aux éleveurs pour qu'ils puissent interpréter au mieux leurs animaux et ainsi ajuster leurs pratiques.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire

Je soussignée, Annabelle MEYNADIER, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directrice de thèse, certifie avoir examiné la thèse de LAISNEY Amandine intitulée « Impact des transitions agro-écologiques sur les pratiques alimentaires dans les élevages ruminants » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 23/11/2020  
Enseignant-chercheur de l'Ecole Nationale  
Vétérinaire de Toulouse  
Professeure Annabelle MEYNADIER



Vu :  
Le Président du jury  
Professeur Jean-Marc SOULAT



Vu :  
Le Directeur de l'Ecole Nationale  
Vétérinaire de Toulouse  
M. Pierre SANS



Vu et autorisation de l'impression :  
Le Président de l'Université Paul Sabatier  
M. Jean-Marc BROTO

Le Président de l'Université Paul Sabatier,  
par délégation,  
Le Vice-Président de la CFVU  
Emmanuel ALARY



Mme LAISNEY Amandine  
a été admis(e) sur concours en : 2015  
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le: 16/07/2019  
a validé son année d'approfondissement le: 24/09/2020  
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] N. Schaller, « L'agroécologie : des définitions variées, des principes communs », p. 38.
- [2] « Widar et Cremer - La rénovation des prairies.pdf ». Consulté le: nov. 14, 2019. [En ligne]. Disponible sur:  
[http://www.fourragesmieux.be/Documents\\_telechargeables/La\\_renovation\\_des\\_prairies\\_Janvier\\_2015.pdf](http://www.fourragesmieux.be/Documents_telechargeables/La_renovation_des_prairies_Janvier_2015.pdf).
- [3] « Une Europe agroécologique en 2050 : une agriculture multifonctionnelle pour une alimentation saine », *IDDRI*. <https://www.iddri.org/fr/publications-et-evenements/etude/une-europe-agroecologique-en-2050-une-agriculture> (consulté le oct. 25, 2020).
- [4] B. Dumont *et al.*, « Forty research issues for the redesign of animal production systems in the 21st century », *Animal*, vol. 8, n° 8, p. 1382-1393, août 2014, doi: 10.1017/S1751731114001281.
- [5] B. Dumont, L. Fortun-Lamothe, M. Jouven, M. Thomas, et M. Tichit, « Prospects from agroecology and industrial ecology for animal production in the 21st century », *animal*, vol. 7, n° 6, p. 1028-1043, juin 2013, doi: 10.1017/S1751731112002418.
- [6] M. Thomas *et al.*, « Agro-écologie et écologie industrielle : deux alternatives complémentaires pour les systèmes d'élevage de demain », *INRAE Prod. Anim.*, vol. 27, n° 2, p. 89-100, juin 2014, doi: 10.20870/productions-animales.2014.27.2.3057.
- [7] « Le ray-grass d'Italie », *GNIS*. <https://www.gnis.fr/publication/le-ray-grass-italie/> (consulté le oct. 21, 2020).
- [8] « Ray-grass anglais ». <https://www.herbe-book.org/ray-grass-anglais> (consulté le sept. 04, 2020).
- [9] « Le dactyle », *GNIS*. <https://www.gnis.fr/publication/le-dactyle/> (consulté le oct. 21, 2020).
- [10] « Photo : Dactyle aggloméré ou pelotonné. » <https://www.visoflora.com/photos-nature/photo-dactyle-agglomerer-ou-pelotonne.html> (consulté le sept. 04, 2020).
- [11] « La fétuque élevée », *GNIS*. <https://www.gnis.fr/publication/la-fetuque-elevee/> (consulté le oct. 21, 2020).
- [12] « FÉTUQUE ÉLEVÉE | DM Nutrition - VG Sol ». <https://vg-sol.fr/semences-fourrageres/graminees/fetuque-elevee/> (consulté le sept. 04, 2020).
- [13] « Brome Sitchensis ». <https://www.herbe-book.org/brome-sitchensis> (consulté le sept. 04, 2020).
- [14] « Fiche\_sorgho.pdf ». Consulté le: oct. 21, 2020. [En ligne]. Disponible sur:  
[https://meuse.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user\\_upload/Grand-Est/037\\_Inst-Meuse/Elevage/Fiche\\_sorgho.pdf](https://meuse.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Grand-Est/037_Inst-Meuse/Elevage/Fiche_sorgho.pdf).
- [15] « Ensilage de sorgho fourrager Bmr pour l'alimentation des vaches laitières ». <http://www.web-agri.fr/conduite-elevage/alimentation/article/introduire-du-sorgho-bmr-dans-les-rations-des-vaches-laitieres-1172-104526.html> (consulté le sept. 04, 2020).
- [16] « 41\_paturage\_tournant\_ce\_quil\_faut\_savoir\_fiche\_technique\_herbe\_2018.pdf ». Consulté le: oct. 25, 2020. [En ligne]. Disponible sur: [https://moselle.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user\\_upload/National/FAL\\_commun/publications/Grand-Est/41\\_paturage\\_tournant\\_ce\\_quil\\_faut\\_savoir\\_fiche\\_technique\\_herbe\\_2018.pdf](https://moselle.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Grand-Est/41_paturage_tournant_ce_quil_faut_savoir_fiche_technique_herbe_2018.pdf).

- [17] C. d'agriculture des P. de la Loire, « Faire face aux déficits fourragers en 2017 », oct. 21, 2020. <https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/publications/publications-des-pays-de-la-loire/detail-de-la-publication/actualites/faire-face-aux-deficits-fourragers-en-2017-1/> (consulté le oct. 25, 2020).
- [18] « MOHA\_296.pdf ». Consulté le: oct. 28, 2019. [En ligne]. Disponible sur: [http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/17446/\\$File/MOHA\\_296.pdf?OpenElement](http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/17446/$File/MOHA_296.pdf?OpenElement).
- [19] « La luzerne - GNIS ». <https://www.gnis.fr/publication/la-luzerne/> (consulté le oct. 21, 2020).
- [20] « Le trèfle violet », *GNIS*. <https://www.gnis.fr/publication/le-trefle-violet/> (consulté le oct. 21, 2020).
- [21] « Caractéristiques des principales espèces fourragères : le trèfle blanc ». <http://www.prairies-gnis.org/pages/trefblanc.htm> (consulté le oct. 21, 2020).
- [22] R. P. Breton, « Sainfoin, lotier, trèfle hybride : Les petites légumineuses prairiales à ne pas oublier », *Journal Paysan Breton*. <https://www.paysan-breton.fr/2017/11/sainfoin-lotier-trefle-hybride-les-petites-legumineuses-prairiales-a-ne-pas-oublier/> (consulté le sept. 06, 2020).
- [23] « Le sainfoin, une plante d'avenir - Hortus Focus I mag ». Consulté le: sept. 04, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://magazine.hortus-focus.fr/blog/2020/03/19/pascale-gombault-le-sainfoin/>.
- [24] « Lotier corniculé: Propriétés, Indications, Remèdes - Therapeutes magazine ». <https://therapeutesmagazine.com/lotier-cornicule/> (consulté le sept. 04, 2020).
- [25] « Semence de trèfle incarnat - facile à planter et résistant au froid ». <https://www.larecolte.fr/les-legumineuses/11334-trefle-incarnat-kardinal.html> (consulté le sept. 04, 2020).
- [26] « Fiche\_trefle\_alexandrie.pdf ». Consulté le: oct. 21, 2020. [En ligne]. Disponible sur: [https://meuse.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user\\_upload/Grand-Est/037\\_Inst-Meuse/Elevage/Fiche\\_trefle\\_alexandrie.pdf](https://meuse.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Grand-Est/037_Inst-Meuse/Elevage/Fiche_trefle_alexandrie.pdf).
- [27] « le\_sulla.pdf ». Consulté le: sept. 10, 2020. [En ligne]. Disponible sur: [http://www.oep.nat.tn/uploads/documentations/fr/le\\_sulla.pdf](http://www.oep.nat.tn/uploads/documentations/fr/le_sulla.pdf).
- [28] « coronille plante fourragère - Recherche Google ». [https://www.google.com/search?xsrf=ALeKk03Bst1qweZEKNTonIXRU2Wd0Tjsw%3A1591621298355&ei=sjbeXrejFa6LlwToqLqoCA&q=coronille+plante+fourrag%C3%A8re&oq=coronille+plante+fourrag&gs\\_lcp=CgZwc3ktYWlQARgEMgUIIRCgATIFCCEQoAEyBQghEKABMgUIIRCgATIECCEQFToECAAQRzoFCAAQzQI6BgAEByQHjoHCAAQFBCHAjoCCAA6CagAEByQChAeUIhGWOJnYJd4aABwAXgAgAF-iAGCDpIBBDE0LjWYAQCgAQGgAQdnd3Mtd2l6&sclient=psy-ab](https://www.google.com/search?xsrf=ALeKk03Bst1qweZEKNTonIXRU2Wd0Tjsw%3A1591621298355&ei=sjbeXrejFa6LlwToqLqoCA&q=coronille+plante+fourrag%C3%A8re&oq=coronille+plante+fourrag&gs_lcp=CgZwc3ktYWlQARgEMgUIIRCgATIFCCEQoAEyBQghEKABMgUIIRCgATIECCEQFToECAAQRzoFCAAQzQI6BgAEByQHjoHCAAQFBCHAjoCCAA6CagAEByQChAeUIhGWOJnYJd4aABwAXgAgAF-iAGCDpIBBDE0LjWYAQCgAQGgAQdnd3Mtd2l6&sclient=psy-ab) (consulté le juin 08, 2020).
- [29] « Aspects bromatologiques et botaniques des matières premières destinées à l'alimentation animale ». .
- [30] « Un colza fourrager pour plusieurs effets | Journal Paysan Breton ». <https://www.paysan-breton.fr/2017/07/un-colza-fourrager-pour-plusieurs-effets/> (consulté le sept. 04, 2020).
- [31] « MEO-FAA-Je valorise des prairies d'association graminées légumineuses.pdf ». Consulté le: oct. 21, 2020. [En ligne]. Disponible sur: [http://www.chambres-agriculture-bretagne.fr/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/19159/\\$File/MEO-FAA-](http://www.chambres-agriculture-bretagne.fr/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/19159/$File/MEO-FAA-)

Je%20valorise%20des%20prairies%20d'association%20gramin%C3%A9es%20l%C3%A9gumineuses.pdf?OpenElement.

[32] carole Lemasson, P. Patrice, et Bruno Osson, « Rénovation des prairies et sursemis. Comprendre, raisonner et choisir la méthode », p. 12, 2008.

[33] « 589\_Juin\_Les dérobées pour produire des fourrages rapidement\_P36.pdf ». Consulté le: sept. 30, 2019. [En ligne]. Disponible sur: [http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/29240/\\$File/589\\_Juin\\_Les%20d%C3%A9rob%C3%A9es%20pour%20produire%20des%20fourrages%20rapidement\\_P36.PDF?OpenElement](http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/29240/$File/589_Juin_Les%20d%C3%A9rob%C3%A9es%20pour%20produire%20des%20fourrages%20rapidement_P36.PDF?OpenElement).

[34] F. Gastal, B. Julier, F. Surault, litrico, et durand, « Intérêt des prairies cultivées multiespèces dans le contexte des systèmes de polyculture-élevage », p. 15, 2012.

[35] P. V. Protin *et al.*, « Les prairies multi-espèces, un levier pour des systèmes fourragers performants », *Fourrag.* 218 167-176 2014, 2014, Consulté le: nov. 18, 2019. [En ligne]. Disponible sur: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=FR2016227037>.

[36] B. Possémé et de Bretagne, « sa prairie pour gagner en autonomie », p. 7, 2018.

[37] « JT\_autoprot\_2018\_trevarez.pdf ». Consulté le: oct. 25, 2020. [En ligne]. Disponible sur: [http://idele.fr/fileadmin/medias/Documents/Optialibio/JT\\_autoprot\\_2018\\_trevarez.pdf](http://idele.fr/fileadmin/medias/Documents/Optialibio/JT_autoprot_2018_trevarez.pdf).

[38] « Cultures fourragères Les méteils : pour qui ? pour quoi ? », *Web-agri*. <http://www.web-agri.fr/conduite-elevage/culture-fourrage/article/cultiver-des-meteils-pour-etre-autonome-1178-136276.html> (consulté le mars 15, 2020).

[39] « Quel mélange pour quel méteil ? Méteil grain ou méteil ensilage ? | FIDOCL Conseil Elevage ». <http://www.fidocl.fr/content/quel-melange-pour-quel-meteil-meteil-grain-ou-meteil-ensilage> (consulté le mai 28, 2020).

[40] « Reseda\_rapport\_complet\_gisements\_coproducts.pdf ». Consulté le: oct. 25, 2020. [En ligne]. Disponible sur: [http://idele.fr/fileadmin/medias/Documents/Reseda\\_rapport\\_complet\\_gisements\\_coproducts.pdf](http://idele.fr/fileadmin/medias/Documents/Reseda_rapport_complet_gisements_coproducts.pdf).

[41] « Wheat Gluten Feed Déshydraté | Margaron ». <https://margaron.fr/wheat-gluten-feed-deshydrate> (consulté le nov. 05, 2020).

[42] « Tables de composition et de valeur nutritionnelle des aliments pour animaux INRA CIRAD AFZ ». <https://feedtables.com/fr> (consulté le nov. 05, 2020).

[43] « Corn gluten feed NEW », *idele.fr*. [http://idele.fr/no\\_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/corn-gluten-feed.html](http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/corn-gluten-feed.html) (consulté le oct. 25, 2020).

[44] « Soluble de maïs (CSL) | Margaron ». <https://margaron.fr/soluble-de-mais-csl> (consulté le nov. 05, 2020).

[45] V. Heuzé et G. Tran, « Drèche de maïs », p. 13, avr. 2017.

[46] V. Decruyenaere, E. Froidmont, P. Saive, P. Rondia, N. Bartiaux-Thill, et D. Stilmant, « Valorisation des co-produits de la pomme de terre en production animale », p. 12, 2005.

[47] « Pulpe de pomme de terre | Margaron ». <https://margaron.fr/node/64> (consulté le oct. 25, 2020).

- [48] « Drêches de brasserie NEW », *idele.fr*. [http://idele.fr/no\\_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/dreches-de-brasserie.html](http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/dreches-de-brasserie.html) (consulté le oct. 25, 2020).
- [49] M. Leclerc, « Le tourteau de colza : un aliment de q », p. 2.
- [50] « Qu'est-ce que le tourteau de tournesol », *idele.fr*. <http://idele.fr/reseaux-et-partenariats/comite-national-des-coproduits/publication/idelesolr/recommends/quest-ce-que-le-tourteau-de-tournesol-high-pro.html> (consulté le oct. 25, 2020).
- [51] « Brunschwig et al. - 1996 - Effets de l'apport de tourteau de lin sur les perf.pdf ». Consulté le: nov. 05, 2020. [En ligne]. Disponible sur: [http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/1996\\_7\\_qualite\\_02\\_brunschwig.pdf](http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/1996_7_qualite_02_brunschwig.pdf).
- [52] B. Katia, « La pulpe de betterave : de l'usine à l'auge », p. 12.
- [53] « Huile et tourteaux de palme en alimentation des vaches laitières », *idele.fr*. [http://idele.fr/no\\_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/huile-et-tourteaux-de-palme-en-alimentation-des-vaches-laitieres.html](http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/huile-et-tourteaux-de-palme-en-alimentation-des-vaches-laitieres.html) (consulté le oct. 25, 2020).
- [54] « Lactosérum doux », *idele.fr*. [http://idele.fr/no\\_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/lactoserum-doux.html](http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/lactoserum-doux.html) (consulté le oct. 25, 2020).
- [55] L. Brun-Lafleur, « Approche de l'autonomie alimentaire des ateliers ovins viande », p. 146.
- [56] Grolleau L., D. Falaise, J.-C. Morreau, et L. Delaby, « Autonomie et productivité : évaluation en élevage de ruminants grâce à trois indicateurs complémentaires », *Journ. AFPP - Concilier Product. Auton. En Valorisant Prairie*, p. 8, 2014.
- [57] « Protocole de la mesure de la croissance de l'herbe.pdf ». Consulté le: oct. 25, 2020. [En ligne]. Disponible sur: [https://afpf-asso.fr/\\_objects/tao\\_medias/file/protocole-mesure-croissance-herbe-rmt-prairies-3090.pdf?1546893074](https://afpf-asso.fr/_objects/tao_medias/file/protocole-mesure-croissance-herbe-rmt-prairies-3090.pdf?1546893074).
- [58] « MANUEL\_PTD\_Innov-Eco.pdf ». Consulté le: oct. 25, 2020. [En ligne]. Disponible sur: [https://ehlgbai.org/wp-content/uploads/2016/10/MANUEL\\_PTD\\_Innov-Eco.pdf](https://ehlgbai.org/wp-content/uploads/2016/10/MANUEL_PTD_Innov-Eco.pdf).
- [59] « Pâturage des grands troupeaux - Chambres d'Agriculture de Bretagne ». <http://www.synagri.com/synagri/paturage-des-grands-troupeaux> (consulté le oct. 25, 2020).
- [60] J. Baudracco *et al.*, « Effects of stocking rate on pasture production, milk production and reproduction of supplemented crossbred Holstein-Jersey dairy cows grazing lucerne pasture », *Anim. Feed Sci. Technol.*, vol. 168, n° 1, p. 131-143, août 2011, doi: 10.1016/j.anifeedsci.2011.03.017.
- [61] O. Leray, P. Doligez, J. Jost, E. Pottier, et L. Delaby, « Présentation des différentes techniques de pâturage selon les espèces herbivores utilisatrices », p. 7, 2017.
- [62] Chambre d'agriculture de lorraine, « Fiche technique pâturage tournant ». 2018, Consulté le: sept. 25, 2020. [En ligne]. Disponible sur: [https://moselle.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user\\_upload/National/FAL\\_commun/publications/Grand-Est/41\\_paturage\\_tournant\\_ce\\_quil\\_faut\\_savoir\\_fiche\\_technique\\_herbe\\_2018.pdf](https://moselle.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Grand-Est/41_paturage_tournant_ce_quil_faut_savoir_fiche_technique_herbe_2018.pdf).
- [63] C. Lefèvre et E. Favre, « Optimiser le temps de repousse : calculer la taille de la parcelle », p. 2, 2005.

- [64] E. H. McIlvain et D. A. Savage, « Eight-Year Comparisons of Continuous and Rotational Grazing on the Southern Plains Experimental Range », *J. Range Manag.*, vol. 4, n° 1, p. 42, janv. 1951, doi: 10.2307/3894431.
- [65] « Aménagements parcellaires et pâturage des troupeaux bovins », *idele.fr*. [http://idele.fr/no\\_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/amenagements-parcellaires-et-paturage-des-troupeaux-bovins.html](http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/amenagements-parcellaires-et-paturage-des-troupeaux-bovins.html) (consulté le oct. 25, 2020).
- [66] « Aménagements parcellaires et pâturage des troupeaux.pdf ». .
- [67] d Gautier, F. Launay, G. Sadjak, et G. Guérin, « Recherche d'un développement local équilibré fondé sur le sylvopastoralisme : valoriser des massifs forestiers et installer des systèmes d'élevage innovants », *Innov. Agron.*, p. 11, 2011.
- [68] G. Guérin, « De la forêt pâturée au sylvopastoralisme », p. 6, déc. 2008.
- [69] C. Eychenne, « Les éleveurs et l'estive : pour une approche compréhensive des pratiques pastorales », *Nat. Sci. Sociétés*, vol. 16, n° 2, p. 131-138, avr. 2008, doi: 10.1051/nss:2008033.
- [70] « Le Pastoralisme | CERPAM ». <https://cerpam.com/le-pastoralisme/> (consulté le oct. 25, 2020).
- [71] A. Gibon et J. Pierre, « Stratégies d'utilisation de l'espace en montagne », p. 5.
- [72] « L'AFP – Site de l'Association Française de Pastoralisme ». <http://www.pastoralisme.net/> (consulté le oct. 25, 2020).
- [73] A. Bornard et P. Cozic, « Valorisation par des bovins ou des ovins des pelouses et des landes subalpines des alpes françaises », vol. 4ème réunion des FAO, p. 33, sept. 1985.
- [74] « fourrage-guide-sechage-en-grange.pdf ». Consulté le: oct. 25, 2020. [En ligne]. Disponible sur: [https://normandie.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user\\_upload/National/FAL\\_commun/publications/Normandie/fourrage-guide-sechage-en-grange.pdf](https://normandie.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Normandie/fourrage-guide-sechage-en-grange.pdf).
- [75] « 2015\_secher\_son\_foin\_en\_grange\_ne\_s\_improvise\_pas.pdf ». Consulté le: nov. 05, 2020. [En ligne]. Disponible sur: [https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user\\_upload/National/FAL\\_commun/publications/Pays\\_de\\_la\\_Loire/2015\\_secher\\_son\\_foin\\_en\\_grange\\_ne\\_s\\_improvise\\_pas.pdf](https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Pays_de_la_Loire/2015_secher_son_foin_en_grange_ne_s_improvise_pas.pdf).
- [76] « Article 24 f21\_arpemidipy-2006sechage-solaire-fourrages.pdf ». .
- [77] « Impact des sols de circulation sur la santé des pieds de vaches ». <http://idele.fr/presse/publication/idelesolr/recommends/impact-des-sols-de-circulation-sur-la-sante-des-pieds-de-vaches.html> (consulté le oct. 25, 2020).
- [78] « Les avantages de l'accès au pâturage ». <https://www.agrociwf.fr/ressources/vaches-laitieres/les-avantages-de-lacces-au-p%25C3%25A2tutage/> (consulté le oct. 25, 2020).
- [79] O. Hernandez-Mendo, M. A. G. von Keyserlingk, D. M. Veira, et D. M. Weary, « Effects of Pasture on Lameness in Dairy Cows », *J. Dairy Sci.*, vol. 90, n° 3, p. 1209-1214, mars 2007, doi: 10.3168/jds.S0022-0302(07)71608-9.
- [80] S. P. Washburn, S. L. White, J. T. Green, et G. A. Benson, « Reproduction, Mastitis, and Body Condition of Seasonally Calved Holstein and Jersey Cows in Confinement or Pasture Systems », *J. Dairy Sci.*, vol. 85, n° 1, p. 105-111, janv. 2002, doi: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74058-7.

- [81] L. Sollenberg et R. Fontaneli, « pasture based systems for lactating cows : summary of five years of research », p. 14.
- [82] R. Fontaneli, L. Sollenberger, et C. Staples, « ID # 22-31 DAIRY COW PERFORMANCE ON PASTURE-BASED FEEDING SYSTEMS AND IN CONFINEMENT », nov. 2020.
- [83] « Cours vache laitière ». .
- [84] « Bovin viande Engraisser à l'herbe : oui à condition de faire du stock », *Web-agri*. <http://www.web-agri.fr/conduite-elevage/alimentation/article/engraisser-bovins-viande-a-l-herbe-oui-a-condition-de-faire-du-stock-1172-152877.html> (consulté le nov. 08, 2020).
- [85] « Fiche-42-La-qualité-des-produits-laitiers-et-carnés-à-l'herbe.pdf ». Consulté le: mars 08, 2020. [En ligne]. Disponible sur: [https://extranet-puy-de-dome.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user\\_upload/Auvergne-Rhone-Alpes/112\\_Extr-Puy-de-Dome\\_img/Cultures/Fichiers/HDNM\\_2020/Valorisation\\_de\\_l\\_herbe\\_de\\_la\\_parcelle\\_a\\_la\\_filiere/FOCUS\\_1/FOCUS\\_1\\_-\\_Fichepaturage\\_-\\_RMT.pdf](https://extranet-puy-de-dome.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Auvergne-Rhone-Alpes/112_Extr-Puy-de-Dome_img/Cultures/Fichiers/HDNM_2020/Valorisation_de_l_herbe_de_la_parcelle_a_la_filiere/FOCUS_1/FOCUS_1_-_Fichepaturage_-_RMT.pdf).
- [86] C. M. Wims, L. Delaby, T. M. Boland, et M. O'Donovan, « Effect of pre-grazing herbage mass on dairy cow performance, grass dry matter production and output from perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) pastures », *Animal*, vol. 8, n° 1, p. 141-151, janv. 2014, doi: 10.1017/S1751731113001973.
- [87] L. Coibion, « Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine : adaptation à la demande du consommateur », other, 2008.
- [88] « FichePaturAjuste5\_Miseherbe.pdf ». Consulté le: sept. 30, 2019. [En ligne]. Disponible sur: [http://www.paturajuste.fr/kcfinder/upload/files/Fichestechniques/FichePaturAjuste5\\_Miseherbe.pdf](http://www.paturajuste.fr/kcfinder/upload/files/Fichestechniques/FichePaturAjuste5_Miseherbe.pdf).
- [89] « Tet32.pdf ». Consulté le: oct. 01, 2019. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.ficow.be/ficow.site/wp-content/uploads/Tet32.pdf>.
- [90] « Plantes-toxiques-ovins.pdf ». Consulté le: nov. 13, 2019. [En ligne]. Disponible sur: <http://www.chevredespyrenees.org/wordpress/wp-content/uploads/2012/11/Plantes-toxiques-ovins.pdf>.
- [91] « Topo des principales plantes toxiques présentes dans les prairies ». <https://www.arvalis-infos.fr/plantes-toxiques-dans-les-prairies-quels-effets-sur-la-sante-des-animaux-@/view-13261-arvarticle.html#tab> (consulté le nov. 13, 2019).
- [92] « Végétox' root ». <http://vegetox.envt.fr/> (consulté le oct. 21, 2020).
- [93] « Plantes à tannins : quelles doses de semis pour un bon équilibre entre elles », *idele.fr*. <http://idele.fr/reseaux-et-partenariats/ciirpo/publication/idelesolr/recommends/plantes-a-tannins-quelles-doses-de-semis-pour-un-bon-equilibre-entre-elles.html> (consulté le oct. 25, 2020).
- [94] « Inra Productions Animales - Influence des tanins sur la valeur nutritive des aliments des ruminants ». <https://www6.inrae.fr/productions-animales/1996-Volume-9/Numero-3-1996/Influence-des-tanins-sur-la-valeur-nutritive-des-aliments-des-ruminants> (consulté le oct. 21, 2020).
- [95] C. S. McSweeney, B. Palmer, D. M. McNeill, et D. O. Krause, « Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants », *Anim. Feed Sci. Technol.*, vol. 91, n° 1-2, p. 83-93, mai 2001, doi: 10.1016/S0377-8401(01)00232-2.



- [96] B. R. Min, T. N. Barry, G. T. Attwood, et W. C. McNabb, « The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review », *Anim. Feed Sci. Technol.*, vol. 106, n° 1-4, p. 3-19, avr. 2003, doi: 10.1016/S0377-8401(03)00041-5.
- [97] V. PAOLINI, P. DORCHIES, et H. HOSTE, « Effets des tanins condensés et des plantes à tanins sur les strongyloses gastro-intestinales chez le mouton et la chèvre », *AlterAgri*, sept. 01, 2003. <https://orgprints.org/35340/> (consulté le oct. 25, 2020).
- [98] C. d'agriculture de B. Franche-Comté, « Bien conduire le pâturage pour optimiser la valorisation de l'herbe », oct. 22, 2020. <https://bourgognefranche-comte.chambres-agriculture.fr/publications/la-publication-en-detail/actualites/bien-conduire-le-paturage-pour-optimiser-la-valorisation-de-lherbe/> (consulté le oct. 25, 2020).
- [99] « Bien conduire le pâturage pour optimiser la valori.pdf ». .
- [100] C. Wand, « Les besoins en minéraux Au pâturage », p. 4.
- [101] « Diagnostic des carences en oligo-éléments chez les bovins ». Consulté le: oct. 25, 2020. [En ligne]. Disponible sur: [http://www2.vetagro-sup.fr/bib/fondoc/th\\_sout/th\\_pdf/2008lyon099.pdf](http://www2.vetagro-sup.fr/bib/fondoc/th_sout/th_pdf/2008lyon099.pdf).
- [102] « FT\_Parasitisme\_bovin\_2011.pdf ». Consulté le: mars 08, 2020. [En ligne]. Disponible sur: [https://www.agridea.ch/old/fileadmin/thematic/FT\\_Parasitisme\\_bovin\\_2011.pdf](https://www.agridea.ch/old/fileadmin/thematic/FT_Parasitisme_bovin_2011.pdf).
- [103] « société nationale des groupements techniques vétérinaires ». Consulté le: oct. 24, 2020. [En ligne]. Disponible sur: [https://www.sngtv.org/4DACTION/NS2013\\_INDEX/1/R1271](https://www.sngtv.org/4DACTION/NS2013_INDEX/1/R1271).
- [104] « REFERENTIEL.pdf ». .
- [105] M. Mehieu, M. Mandonnet, H. Archimede, et G. Alexandre, « REPENSER LES SYSTEMES PATURES POUR UN CONTROLE INTEGRE DES PARASITES GASTRO-INTESTINAUX DES PETITS RUMINANTS. », *AgEcon Search*, juill. 10, 2005. <https://ageconsearch.umn.edu/record/264134> (consulté le sept. 30, 2019).
- [106] « CIVAM\_fiche\_gestion\_parasitisme.pdf ». Consulté le: mars 08, 2020. [En ligne]. Disponible sur: [http://www.giee.fr/fileadmin/user\\_upload/National/086\\_eve-giee/PDF-GIEE/Nvle\\_Aquitaine/79\\_CIVAM\\_Marais\\_Mouille\\_Valoris\\_prairies\\_naturel/CIVAM\\_fiche\\_gestion\\_parasitisme.pdf](http://www.giee.fr/fileadmin/user_upload/National/086_eve-giee/PDF-GIEE/Nvle_Aquitaine/79_CIVAM_Marais_Mouille_Valoris_prairies_naturel/CIVAM_fiche_gestion_parasitisme.pdf).
- [107] L. Grwer, G. Aumont, et N. Mandonnet, « La résistance génétique aux nématodes parasites chez les petits ruminants : un caractère de mieux en mieux connu », p. 4.
- [108] F. Salve, « Évolution sur trois années des infestations parasitaires naturelles chez des brebis Blanc du Massif Central résistantes ou sensibles aux strongles gastro-intestinales », p. 105.
- [109] C. Cuvelier et I. Dufrasne, « L'ALIMENTATION DE LA VACHE LAITIÈRE », p. 109.
- [110] « bov66 | Urée | Prairie ». Consulté le: nov. 08, 2020. [En ligne]. Disponible sur: <https://fr.scribd.com/document/133046764/bov66>.
- [111] C. Carlier, « Réalisation d'un support pédagogique numérique pour le suivi de reproduction en élevage laitier », other, 2018.
- [112] A. Aragon, « La transhumance ovine dans les Pyrénées: pratique ancestrale et solution d'avenir, aspects zootechniques et sanitaires », p. 149.

[113] S. Saha *et al.*, « Effects of Summer Transhumance of Dairy Cows to Alpine Pastures on Body Condition, Milk Yield and Composition, and Cheese Making Efficiency », *Animals*, vol. 9, n° 4, p. 192, avr. 2019, doi: 10.3390/ani9040192.

[114] « Gestion sanitaire des regroupements de troupeaux bovins », *idele.fr*.  
[http://idele.fr/no\\_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/gestion-sanitaire-des-regroupements-de-troupeaux-bovins.html](http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/gestion-sanitaire-des-regroupements-de-troupeaux-bovins.html) (consulté le oct. 25, 2020).

[115] J. P. Alzieu, J. Brugère-Picoux, et C. Brard, « Particularités pathologiques des ruminants domestiques en estive dans les montagnes françaises », *INRAE Prod. Anim.*, vol. 27, n° 1, p. 31-40, avr. 2014, doi: 10.20870/productions-animales.2014.27.1.3052.

LAISNEY Amandine

TITRE : Impact des transitions agroécologiques sur les pratiques alimentaires dans les élevages ruminants.

RESUME :

L'agroécologie s'articule autour de 5 grands principes : la gestion de manière intégrée de la santé animale, la diminution des intrants nécessaires à la production, la réduction des pollutions, le renforcement de la résilience des agrosystèmes et la préservation de la biodiversité. L'objectif de ce travail est de présenter les différentes ressources à notre disposition pour pratiquer l'agroécologie : plantes résistantes aux aléas climatiques, plantes enrichissants le sol en azote, plantes avec des propriétés médicales. Il montre ensuite différentes pratiques agroécologiques pouvant être mise en place pour nourrir les animaux sur une exploitation : pâturage tournant, séchage en grange, sylvopastoralisme, pastoralisme, implantation de prairies multi-espèces. Le but étant de présenter les avantages et les inconvénients de chaque pratique pour la santé des animaux et de proposer des moyens de prévention.

Mots clés : Agroécologie, pâturage, santé animale, séchage en grange, pastoralisme

---

RESUME :

Agroecology is based on five main principles: the integrated management of animal health, the reduction of inputs needed for production, the reduction of pollution, the improvement of the resilience of agrosystems and the preservation of biodiversity. The objective of this work is to present the different resources at our disposal to practice agroecology: resistant plants to climatic hazards, plants enriching the soil with nitrogen, plants with medical properties. Then , it shows different agroecological practices in order to feed farm animals: rotating pasture, barn drying, sylvopastoralism, pastoralism, planting of multi-species grassland. The aim is to present the benefits and disadvantages of each practice for animal health and to propose means of prevention.

Key words : Agroécologie, grassland, pasture, animal health, pastoralism, barn drying